109
44

Geſchichte
der Künſte und
Wiſſenſchaften
8. Abth.

Phyſik
von Joh. Carl
Fiſcher.
8. Band.

Bayer. Staatsbibliothek

00054490018
00054490018
. Staatsbibliothek

8° H. lit. u. 109.
(44)
Geschichte

<36603667320014

<36603667320014

Bayer. Staatsbibliothek

~~Encyclop. 137.~~
~~A. Comp. 34.~~

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Geſchichte
der
Phyſik
ſeit der Wiederherſtellung der Künſte und Wiſſenſchaften
bis auf die neueſten Zeiten

von
Johann Carl Fiſcher,
Prof. zu Dortmund und verſchied. gelehrten Geſellſchaften Ehrenmitgliede.

Achter und letzter Band.

Mit einer Kupfertafel.

Göttingen,
bey Johann Friedrich Röwer.
1808.

Geſchichte
der
Künſte und Wiſſenſchaften
ſeit der Wiederherſtellung derſelben bis an das Ende
des achtzehnten Jahrhunderts.

Von
einer Geſellſchaft gelehrter Männer
ausgearbeitet.

Achte Abtheilung.
Geſchichte der Naturwiſſenſchaften.
I. Geſchichte der Naturlehre

von
Johann Carl Fiſcher.

Achter Band.

Göttingen,
bey Johann Friedrich Röwer.
1808.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Inhalt.

Erſter Band.

Erſte Periode. Geſchichte der Phyſik bis zur Mitte des ſiebenzehnten Jahrhunderts nach Chriſti Geburt. I, 1 — II, 256.

Erſte Epoche. Geſchichte der Phyſik bis zu Carteſius Zeiten. 3 — 258.

Erſter Abſchnitt. Geſchichte in Rückſicht der allgemeinen Phyſik. 3 — 154.

Erſtes Kapitel. Von den ſogenannten erſtern Neuerern der Phyſik. 4 — 31.

Bernh. Teleſius nimmt erſte Formen und Subſtanzen an, und behauptet eine primitive Materie. 5 f. Seine Vorſtellung vom Zuſammenhange der materiellen Körper. 10 f. — Franz. Patritius. 12. — Hier. Cardanus 13. — A. T. Paracelſus und ſeine Anhänger. 15 f. — Nic. Copernicus. Sein Syſtem. 18 f. — Tycho de Brahe. Sein Syſtem und ſeine Einwürfe gegen das copernicaniſche. 23 f. — Jord. Brunus. Uebereinſtimmung ſeiner Principien mit den copernicaniſchen und mit denen des Descartes. 26. — Thom. Campanella. 28. — Baco von Verulam. 30.

Zweytes Kapitel. Von den Meynungen und Entdeckungen ſeit den Zeiten des Baco von Verulam. 32 — 101.

Allgemeine Eigenſchaften der Körper. 32 — 34.

Baco's Syſtem. 32 f.

Schwere, Gravitation und Fall der Körper. 34 — 53.

Theorie derſelben von Copernicus, Baco, 35. Galilei 40. und Kepler 50 f.

Zuſammenhang oder Cohäſion. 54 — 61.

Hypotheſen von Baco 54 f. und Galilei. 59 f.

Bewegung überhaupt. 61 — 69.

Unvollkommene Vorſtellung von Baco 62. und richtigere Begriffe von Galilei. 67 f.

Pendelbewegung. 69 — 71.

Galilei entdeckt ſie. 69 f.

Wurfbewegung. 71 — 74.

Tartaglia entdeckt die krummlinigte Bahn einer abgeſchoſſenen Kanonenkugel, und Galilei berechnet dieſe Curve. 72 f.

Gleichgewicht feſter Körper. 74 — 78.

Guido Ubaldi, erſter Bearbeiter der Statik 74. und ſein glücklicher Nachfolger Sim. Stevin. 75. Glänzende Epoche der Mechanik ſeit Galilei. 77.

Gleichgewicht und Bewegung tropfbar flüſſiger Körper. 78 — 98.

S. Stevin beweiſet den Druck des Waſſers, 78. unterſucht das Gleichgewicht deſſelben in Röhren, 81. und das Schwimmen feſter Körper. 83. Baco's Verſuch über die Miſchung von ſpeciſiſch verſchiedenen Flüſſigkeiten. 84. Ghetaldi und Galilei vermehren des Archimedes hydroſtatiſche Sätze. 84. Galilei glaubt, daß ein luftleerer Raum möglich ſey. 86. Die Wirkung des Hebers iſt zwar bekannt, aber nicht ſeine Theorie. Unausführbare Vorſchläge von Porta und Schwenter. 86. Anwendung des Aräometers als Salzprobe. 87. Archimedes Problem. 88.

Gleichgewicht und Bewegung der Luft. 88 — 94.

Hypotheſen über die Schwere der Luft von Baco und Galilei. 89 f. Baco's Theorie der Winde. 91 f.

Schwingende Bewegungen ſchallender und klingender Körper. 94 — 101.

Die Theorie der Muſik verbeſſern Zarlino und Baco. 94 f. Der letztere entdeckt auch die Fortpflanzung und Reflexion des Schalls. 96 f.

Drittes Kapitel. Von den Meynungen und Entdeckungen, welche das Weltgebäude überhaupt betreffen. 101 — 131.

Das Ptolemäiſche Syſtem beſtreitet Copernicus. Sein Syſtem vertheidigen Galilei, 103 f. Kepler und Foscarini. 111 f.

Sonne. 114 — 122.

Beſtimmung ihrer Parallaxe. 115. Die Sonnenflecken werden entdeckt. 115 f. Hypotheſen über dieſelben. 121 f.

Mond. 122 — 124.

Beſtimmung ſeiner Parallaxe. 123. Tycho de Brahe erklärt ſeinen Lauf. 122. Hypotheſen über die Mondsflecken. 123. Galilei entdeckt das Schwanken des Mondes. 124.

Planeten. 124 — 127.

Galilei entdeckt, daß die Venus ein dunkler Körper ſey, und beobachtet den Saturnusring. 125. Die Jupitersmonde werden entdeckt. 125 f.

Kometen. 127 — 129.

Beobachtungen. 127. Hypotheſen. 128.

Fixſterne. 129 — 131.

Beſtimmung des großen Jahrs. 130. Erſte erhabene Begriffe von Bruno. 130. Neue Fixſterne beobachten Tycho und Kepler. 131.

Viertes Kapitel. Von den Meynungen und Entdeckungen, welche unſere Erde insbeſondere angehen. 132 — 154.

Geſtalt der Erde. 132 — 136.

Galilei beweiſet die Kugelgeſtalt der Erde, welches ſich durch Magellan's und Drake's Reiſe beſtätigt. 134. Methoden, ihre Größe zu meſſen. 135.

Oberfläche der Erde. 137 — 149.

Verbeſſerung der Landkarten. 138. Zuſammenhang der Gebirge. Feuerſpeiende Berge. 138. Urtheile über die Tiefe und den Salzgehalt des Meeres. 139 f. Theorie der Ebbe und Fluth von Galilei, Baco, Stevin und Kepler.

ler. 140 f. Hypotheſen über die Meeresſtröme, und über die Entſtehung der Quellen. 147 f.

Atmoſphäre der Erde. 149 — 151.

Beſtimmung der Höhe des Luftkreiſes. 150.

Die Erdkugel, als Planet betrachtet. 151 — 153.

Eintheilung derſelben in Climaten. 152.

Meynungen über die Entſtehung und Bildung der Erde. 153 — 154.

Hypotheſen von Paracelſus, den Peripatetikern u. A. 153 f.

Zweyter Abſchnitt. Von den Entdeckungen und Meynungen in der beſondern Phyſik. 155 — 258.

Erſtes Kapitel. Entdeckungen und Meynungen in der Lehre vom Lichte. 155 — 211.

Allgemeine Eigenſchaften des Lichts. 155 — 159.

Baco legt den Phyſikern Fragen vor. 156 f.

Optiſche Entdeckungen, welche nicht die Fernröhre und Mikroſkope betreffen. 159 — 179.

Theorie des Sehens von Maurolycus 160. und Porta. 165. Unterſuchungen über die Brechung der Lichtſtrahlen. 170 f. Kepler's Theorie des Sehens. 174 f. Galilei's Verſuch, die Geſchwindigkeit des Lichts zu meſſen. 179.

Das Fernrohr und das Mikroſkop. 179 — 204.

Wer das Fernrohr erfunden hat? 180 f. Nachrichten von dem Gebrauch deſſelben. 184. Galilei's und Janſen's Obſervationen. 186. Kepler's Theorie der Strahlenbrechung, 188 f. wird in einigen Punkten näher beſtimmt durch Cavallerie und neuere Phyſiker. 191. Einrichtung der erſten Fernröhre. 195. Verſchiedenheit des aſtronomiſchen Fernrohrs vom Erdrohre. 196. Rheita erfindet das Binokular-Teleſkop. 698. — Erfindung des Mikroſkops. 199 f. Theorie deſſelben. 201 f.

Der Regenbogen, die Farben und andere optiſche Erſcheinungen. 204 — 211.

Hypotheſen über die Entſtehung des Regenbogens. 204 f.

Zweytes Kapitel. Meynungen und Entdeckungen in der Lehre von der Wärme. 212. — 235.

Mey-

Meynungen über das Weſen der Wärme. 212 — 215.

Baco's Theorie. 213. Kepler's Meynung. 215.

Das Thermometer, nebſt der freyen, fühlbaren oder thermometriſchen Wärme. 215 — 223.

Erfinder des Thermometers. 215. Beſchreibung des Drebbelſchen. 217. Baco's Ideen über Wärme und Kälte. 218 f.

Wirkung der Wärme auf die Körper. 223 — 225.

Baco hält die Waſſerdämpfe für wirkliche Luft. 224.

Drittes Kapitel. Meynungen und Entdeckungen in der Lehre vom Feuer. 226 — 228.

Baco's Theorie. 226 f.

Viertes Kapitel. Meynungen und Entdeckungen in der Lehre vom Waſſer. 228 — 233.

Baco kennt die Compreſſibilität des Waſſers, auch die Verwandlung des Waſſers in Dämpfe durch die Einwirkung der Wärme. 230. Er erklärt die wäſſerigen Meteore; 232. die Entſtehung des Schnees erklärt aber Kepler weit richtiger. 233.

Fünftes Kapitel. Meynungen und Entdeckungen, welche von den von ſelbſt erfolgenden Miſchungsveränderungen abhangen. 234 — 238.

Urtheile über die Fäulniß von Paracelſus, Porta und Baco. 235 f.

Sechſtes Kapitel. Meynungen und Entdeckungen in der Lehre von der Elektricität. 238 — 243.

Verſuche an elektriſchen Körpern, welche die Elektricität beweiſen. 238 — 242.

Gilbert's und Baco's Verzeichniß von elektriſchen und unelektriſchen Körpern. 238 f. Gilbert erkennt die Nothwendigkeit des Reibens zur Erregung der Elektricität. 240. Sein Verſuch, das elektriſche Anziehen bemerkbar zu machen. 241. Unterſchied zwiſchen magnetiſchem und elektriſchem Anziehen. 241.

Meynungen über das Weſen der Elektricität. 242. 243.

Gilbert's Hypotheſe. 242 f.

Siebentes Kapitel. Meynungen und Entdeckungen in der Lehre vom Magnetismus. 243 — 258.

Entdeckung der Polarität. Porta's Meynung und Verſuche. 244. Gilbert's Syſtem. 247.

Magnetnadel. 252 — 258.

Wer ſie erfunden? 252. Gilbert erklärt die Abweichung und die Neigung. 255. Entſtehung des Worts Bouſſole. 256. Die Nadeln zu magnetiſiren, lehren Porta und Gilbert. 257 f.

Zweyte Epoche. Geſchichte der Phyſik von den Zeiten des Carteſius bis zu Ende der erſten Periode, oder bis auf Newton. 259 — II, 256.

Descartes und Gaſſendi's Verdienſte. 259. Errichtete Geſellſchaften. 262 f.

Erſter Abſchnitt. Geſchichte in Rückſicht der allgemeinen Phyſik. 264 — II, 36.

Allgemeine Eigenſchaften der Körper. 264 — 270.

Descartes dualiſtiſches 265 f. und Gaſſendi's atomiſtiſches Syſtem. 267 f.

Schwere, Gravitation und Fall der Körper. 270 — 284.

Eine richtige Vorſtellung davon haben Fermat, 271. Roberval, Borelli und Hooke. 272. Descartes nimmt Wirbel an. 273. — Galilei's Theorie des freyen Fallens wird vorgetragen von Torricelli und Baliani. 275. Cazräus vertheidigt Baliani's Hypotheſe: daß ſich die Geſchwindigkeiten wie die zurückgelegten Wege verhalten; wird aber von Gaſſendi widerlegt. 276. Verſuche zur Beſtätigung des Galileiſchen Geſetzes von Riccioli, Grimaldi 277. und Dechales. 278. Der erſtere überzeugt ſich dabey von dem Widerſtande der Luft. 278. — Die Urſache der Schwere erforſchen Kepler, Gaſſendi 279. und Descartes. 280. Die Hypotheſe des letztern vertheidigt Huygens, 282. der ſie zugleich verbeſſert. 283.

Zuſammenhang oder Cohäſion. 284 — 322.

Descartes nimmt nur zwey Zuſtände der Körper: Feſtigkeit und Flüſſigkeit, an. 284. Sein Urtheil über die Zerbrechlichkeit des Glaſes. 286 f. Reſultate der in England

land

land unterſuchten großen Zerbrechlichkeit der ſchnell abgekühlten Glastropfen. 288 f. Dieſe Verſuche wiederholen Montanari und Redi. 291. Verſchiedene Urtheile über dieſe Erſcheinung. 292 f. — Gaſſendi's Meynung über die verſchiedenen Zuſtände der Körper, 294. und Borellus Begriff von der Natur der Flüſſigkeit. 295. Andere Hypotheſen von Boyle, 296 f. Fabri, 301. Dechales 302 f. u. A. 305. — Merkwürdige Erſcheinung an Haarröhrchen, zuerſt bemerkt von Aggiunti und Fabri. 306. Verſuche damit von Voſſius, Boyle und Hooke. 307 f. Borelli erklärt ſie und führt noch mehrere an. 313. Er entdeckt auch die Erſcheinung, daß einige ſchwimmende Körper, wenn ſie bis auf eine gewiſſe Entfernung von einander gebracht werden, ſich mit beſchleunigter Bewegung nähern, andere ſich fliehen. 315. Verſuche im leeren Raume zur Erklärung der Phänomene der Haarröhrchen von den Mitgliedern der Akademie del Cimento und von Borelli. 318. Dieſer bemerkt den ſtärkern Zuſammenhang des Waſſers mit dem Glaſe als unter ſich, und erklärt die Kugelgeſtalt der Tropfen. 319.

Bewegung überhaupt. 322 — 327.

Descartes Theorie. 322 f.

Pendelbewegung. 327 — 351.

Verſuche über Galilei's Geſetz vom freyen Falle der Körper von Baliani und Merſenne. 328 f. Fruchtbare Entdeckung, daß das Pendel ein Zeitmaaß abgeben könne. 332. Huygens Theorie des Pendels. 333 f. Seine Verſuche beſtätigen Galilei's Geſetz vom freyen Fall der Körper. 337. Er iſt auch Erfinder der Lehre vom Mittelpunkte des Schwunges, 338. und wendet die Lehre vom Pendel auf Uhrwerke an, wodurch er auf die Geſetze der Centrifugalkraft geleitet wird. 341 f. Er unterſucht auch die koniſchen und andere Schwünge. 349 f.

Wurfbewegung. 351 — 353.

Theorie derſelben von Torricelli und Merſenne. 351. Nach ihnen lehren Kircher, Borelli und Dechales. 352.

Stoß der Körper. 353 — 382.

Unterſuchungen über die Kraft des Stoßes. 354. Descartes vertheidigt ſeine Theorie gegen Dechales. 357 f.

Eine beſſere liefert Borelli; die wahren Geſetze des Stoßes entwickeln aber erſt Wallis, Wrenn und Huygens. 360 f.

Gleichgewicht feſter Körper. 382 — 387.

Barrow's Erinnerungen gegen Archimedes Lehre, und Descartes neue Begründung der Statik. 383. Unterſuchungen über den Hebel von Borelli. 385 f.

Gleichgewicht und Bewegung tropfbar flüſſiger Körper. 388 — 401.

Verſuche über das Gleichgewicht von Paſcal und Boyle, 388 f. und über die Bewegung flüſſiger Körper von Caſtelli, Torricelli und Merſenne. 392 f. Torricelli's Theorie des Saugens. 398. Merſenne's Vorſtellung von den Lufttheilchen. 399. Aräometer. 399 f. Das Problem des Archimedes verſucht Glauber aufzulöſen. 401.

Erſtes Kapitel. Entdeckungen in der Lehre vom Gleichgewichte und der Bewegung der Luft. 401 — 467.

Schwere der Luft. 401 — 422.

Wird entdeckt von Torricelli. 402. Paſcal beſtätigt den Druck der Luft. 404. O. v. Guericke's Verſuche mit den Halbkugeln, mit Glas und mit kupfernen Röhren 409 f. wiederholt Boyle. 413. Merkwürdiger Verſuch der Florentiner. 414 f. — Huygens entdeckt das Hangenbleiben des Waſſers. 419. Erklärung dieſes Phänomens. 420. — Hypotheſen über das Saugen. 421.

Gewicht der Luft. 422 — 425.

Fehlerhafte Beſtimmung desſelben. 422. Richtiger von O. v. Guericke. 424.

Barometer und Barometerveränderungen. 425 — 437.

Anwendung deſſelben auf die Erforſchung des Zuſtandes der Atmoſphäre, veranlaßt durch O. v. Guericke's Verſuch mit einer Waſſerſäule. 425. Sein Anemoſkop. 427. Erſte Einrichtung des Barometers und Abänderungen desſelben. 429. Hooke's Radbarometer. 432. Morland's Barometer und Huygens Doppelbarometer. 433. Beobachtungen mit dem Barometer und daraus gezogene Witterungsregeln. 435.

Luftpumpe und Elaſticität der Luft. 437 — 455.

Mey-

Meynungen über den Druck der Luft. 438. O. v. Guericke erfindet die Luftpumpe. 439. Beſchreibung der erſten. 441. Verbeſſerungen derſelben und Einrichtung zur Compreſſion. 442 f. Verſuche damit, um die Elaſticität der Luft zu beweiſen. 445 f. Townley bemerkt, daß ſich die Elaſticität verkehrt, wie der Raum der Luft, verhalte. 451. Boyle beweiſet die ſtarke Expanſivkraft der Luft. 453. Compreſſion der Luft. Verdienſte der Florentiner. 454.

Vermiſchte Bemerkungen und Erfindungen. 455 — 461.

Ausdehnung der Luft durch die Wärme. 455. Daß die condenſirte Luft nichts von ihrer Elaſticität verliere, findet Roberval. 456. Erfindung der Windbüchſen. 457. O. v. Guericke's Manometer. 458. Boyle nennt es ſtatiſches Baroſkop. 460. Verſuch, in der Luft zu fliegen. 460.

Bewegung der Luft. 461 — 467.

Theorie der Winde von Descartes, Gaſſendi, Varenius und Kircher. 461 f.

Zweytes Kapitel. Meynungen und Entdeckungen in der Lehre von den ſchwingenden Bewegungen ſchallender und klingender Körper. 467 — 478.

Schall, Klang, Ton. 467 — 474.

Merſenne's Theorie des Klanges. 467. O. v. Guericke behauptet, daß die Luft den Schall nicht fortführe. 471. Verſuche über die Geſchwindigkeit der Fortpflanzung des Schalls. 472. Daß ſich im luftleeren Raum der Schall nicht fortpflanze, wohl aber durch Waſſer und feſte Körper, zeigen O. v. Guericke und Boyle. 473.

Echo. 474 — 477.

Merſenne's und Kircher's Theorieen. 474 f.

Sprachrohr, Sprachgewölbe und Sprachſäle. 477 — 478.

Erfindung des Sprachrohrs. 477. Das Ohr des Dionyſius. 478.

Drittes Kapitel. Von den Meynungen und Entdeckungen, welche das Weltgebäude überhaupt betreffen. 479 — 502.

Geg-

Gegner des copernicaniſchen Syſtems. 479. Vertheidiger deſſelben. 482.

Sonne. 482 — 487.

Kircher hält ſie für wirkliches Feuer. 482. Beſtimmung ihrer Parallaxe. 483. Hevel beobachtet die Sonnenflecken. 484. Hypotheſen über dieſelben von Hevel und Descartes. 485.

Mond. 487 — 491.

Beſtimmung ſeiner Parallaxe. 488. Hevel beobachtet ſeine Flecken und berechnet die Höhe ſeiner Berge. 489. Hypotheſen über die Beſchaffenheit derſelben. 490. Riccioli's Mondskarte. Hevel beobachtet das Schwanken des Mondes. 491.

Planeten. 491 — 499.

Hevel giebt eine Abbildung von den Lichtphaſen des Merkurs und der Venus. Berechnungen und Beobachtungen der Durchgänge des Merkurs und der Venus durch die Sonnenſcheibe. 492. Entdeckung der Flecken auf der Venus und dem Mars, und Berechnung der Zeit ihrer Umwälzung. 494. Beobachtung der Jupitersbanden. Caſſini berechnet ſeine Umwälzungszeit. 494. Jupitersmonde. 495. Beobachtung des Saturnusringes und Erklärung dieſer Erſcheinung. 495. Entdeckung der Saturnusmonde. 499.

Kometen. 499 — 501.

Beſtimmung ihrer Bahn. Hypotheſen über ihre Beſchaffenheit. 500.

Fixſterne. 501. 502.

Beſtimmung des großen Jahrs. 501. Descartes erklärt die neuen Fixſterne. 502.

Zweyter Band.

Viertes Kapitel. Von den Meynungen und Entdeckungen, welche unſere Erde insbeſondere angehen. 1 — 36.

Geſtalt der Erde. 1 — 6.

Norwood's und Picard's Gradmeſſung. 1 f. Verſuche mit dem Sekundenpendel von Richer. 4. Huygens berechnet

net die Größe der Schwungkraft und die Abplattung der Erde. 5.

Oberfläche der Erde. 7 — 28.

Erklärung der feuerſpeyenden Berge und der Erdbeben. 7. Den Abfluß des mittelländiſchen Meers erklärt Kircher. Urtheile über den Salzgehalt des Meerwaſſers. 10. Verſuche, es trinkbar zu machen. 12. Warum das Meerwaſſer nicht zunimmt, erklärt Descartes. 13. Seine Theorie der Ebbe und Fluth. 14. Andere Hypotheſen. 15 f. Erklärung der Meeresſtröme 19. und der Ströme, die von den Polen gegen den Aequator zu fließen. 21. Beobachtungen an dem Czirknitzer See. 23. Kircher's Meynung über den Abfluß des kaspiſchen Sees. 24. Hypotheſen über den Urſprung der Quellen. 25. Das Fallen und Steigen einiger Quellen mit der Ebbe und Fluth wird beobachtet. 28.

Atmoſphäre der Erde. 28 — 35.

Beſtimmung ihrer Höhe. 29 f. Anwendung des Barometers zu Höhenmeſſungen. 33.

Meynungen über die Entſtehung und Bildung der Erde. 35 — 36.

Descartes Hypotheſe. 35.

Zweyter Abſchnitt. Von den Meynungen und Entdeckungen in der beſondern Phyſik. 37 — 256.

Erſtes Kapitel. Entdeckungen und Meynungen in der Lehre vom Lichte. 37 — 156.

Weſen des Lichts. 37 — 39.

Hypotheſen von Descartes, Malebranche, Huygens, Gaſſendi, du Hamel und Voſſius. 37 f.

Brechung des Lichts. 39 — 49.

Das Geſetz der Strahlenbrechung entdecken Snellius und Descartes. 41. Die Urſache der Brechung erklären Descartes, 43 Maignan 46. und Huygens. 47. Verſuche über die Strahlenbrechung. 48.

Erklärung des Regenbogens nach Descartes. 49 — 53.

Unterſuchungen und Bemerkungen, welche das Sehen betreffen. 53 — 61.

Schei-

Scheiner beſtätigt Kepler's Theorie durch Verſuche. 53 f. Descartes und Gaſſendi's Bemerkungen. 56 f. Verſuch von Bonacurſius, im Dunkeln ſo gut wie am Tage zu ſehen. 59. Barrow's Unterſuchungen über gebrochene Strahlen. 60.

Zurückwerfung des Lichts. 61 — 64.

Verſuch von den Mitgliedern der Akademie del Cimento, 62. Luftſpiegelungen über der Meerenge von Meſſina. 63. Daß das Licht durch Zurückſtrahlungen geſchwächt werde, bemerkt und erklärt O. v. Guericke. 63.

Farben. 64 — 85.

Theorie derſelben von Descartes, 64. Boyle 65 f. und Hooke. 73. Eigenſchaften des Chamäleons nach Nairfone. 75. Kircher entdeckt die Eigenſchaften der Tinktur des Nierenholzes, 77. womit auch Boyle Verſuche anſtellt. 79. Erklärung dieſer Erſcheinungen. 81. Bemerkungen über die Farben dünner Körper. 81. Hooke's Verſuche mit Luftblättchen. 85.

Erfindungen optiſcher Werkzeuge. 85 — 102.

Ob und wie Archimedes die Flotte des Marcell verbrannt habe? 85. Scheiner's Helioſkop. 87. Kircher's Zauberlaterne. 88. Verbeſſerung der Fernröhre. 89. Vorſchläge zu Spiegelteleſkopen. 94. Das erſte bringt Hooke zu Stande. 98. Verbeſſerung der Mikroſkope. 98. Mikrometer werden an Fernröhren angebracht. 99. Sphäriſche Brennſpiegel. 102.

Beugung des Lichts. 102 — 112.

Wird entdeckt von Grimaldi 103. und Hooke. 108. Dechales Verſuch, die Entſtehung der Farben zu erklären. 111.

Licht der leuchtenden Körper. 112 — 122.

Entdeckung des Bononiſchen Steins und Beſchreibung deſſelben. 113. Leuchtende Inſekten. Leuchten des faulenden Fleiſches. 113. Boyle's Verſuche. 117. Beal's Beobachtungen. 119. Leuchten des Meers. 120. Irrlichter. 121.

Eigenſchaften des Isländiſchen Kryſtalls oder des Doppelſpaths. 122 — 129.

Werden erforſcht von Bartholin 122. und Huygens. 123 f.

Werden

Höfe und Nebenſonnen. 129 — 147.

Erklärung der Höfe und anderer farbigen Kreiſe. 130 f. Huygens Theorie. 134. Nebenſonnen. 137 f. Huygens Theorie. 140.

Vermiſchte Bemerkungen und Entdeckungen. 147 — 156.

Ueber die Vergrößerung des Sonnenſchattens. 148. Ueber den Horizont, die blaue Farbe des Himmels, 149. die Brechung des Lichts in der Atmoſphäre 150 und das Blinkern der Sterne. 151. Verſuche mit Linſen von Eis. 151. Grimaldi bemerkt das durch eine doppelte Brechung im Prisma entſtehende Farbenbild. 152 Verſuche der Florentiner über die Wirkung der Brenngläſer. 154. Entdeckung der allmählichen Fortpflanzung des Lichts. 154.

Zweytes Kapitel. Meynungen und Entdeckungen in der Lehre von der Wärme. 157 — 181.

Meynungen über das Weſen der Wärme. 157 — 160.

Hypotheſen von Descartes, Kircher, Voſſius und Boyle. 158 f.

Das Thermometer, und die freye, fühlbare oder thermometriſche Wärme. 160 — 168.

Das Drebbelſche Thermometer verbeſſert O. v. Guericke. 160. Auch Becher benutzt es als perpetuum mobile. 161. Thermometer der Florentiner. 162. Verſuche über die Entſtehung von Wärme und Kälte in den Auflöſungen von Metallen und Alkalien ꝛc. 163. Verſuche im luftleeren Raum. 166.

Wirkung der Wärme auf den Körper. 168 — 180.

Verſuche der Florentiner. 168 f. Boyle's Meynung über Feſtigkeit und Flüſſigkeit der Körper. 174. Hypotheſen über die Entſtehung der Dämpfe von Descartes, Deschales und Borellus. 175 Verſuche von den Florentinern und von Boyle. 178. Daß der Druck der Atmoſphäre auf die Siedhitze einen großen Einfluß habe, zeigen Boyle, Huygens und Papin. 179.

Thieriſche Wärme. 180. 181.

Hypotheſen von Descartes, Gaſſendi, v. Helmont u. A. 180.

Drittes Kapitel. Entdeckungen in der Lehre von den Gasarten. 181 — 187.

v. Helmont gebraucht zuerſt den Ausdruck Gas. 182. O. v. Guericke's Meynung von der atmoſphäriſchen Luft. Er zeigt, daß das Feuer die Luft vermindert. 183. Boyle's Entdeckungen. 184. Er findet auch, daß die Metalle durchs Verkalken am Gewicht zunehmen, 185. welches dü Hamel erklärt. 187.

Viertes Kapitel. Entdeckungen und Beobachtungen in der Lehre vom Feuer. 188 — 198.

Weſen des Feuers. 188 — 191.

Hypotheſen von v. Helmont, Descartes, 188. Kircher, Voſſius 189. und Boyle. 190.

Verſchiedene Beobachtungen bey der Erregung des Feuers und der Verbrennung der Körper. 191 — 198.

Verſuche im luftleeren Raum von O. v. Guericke, Boyle und Huygens. 191 f. Urtheile über die Flamme von v. Helmont, Borelli, Descartes, O. v. Guericke und Kircher. 196.

Fünftes Kapitel. Entdeckungen und Beobachtungen in der Lehre vom Waſſer. 199 — 233.

Bemerkungen über die Natur des Waſſers. 199 — 210.

Daß das Waſſer ſich in Erde verwandeln laſſe, zeigen v. Helmont, Boyle, Borrichius und Dickinſon. 199 f. Verſuche über die Compreſſibilität des Waſſers, 204 f. und über das Verhalten des Waſſers im luftleeren Raum von Boyle, den Florentinern u. A. 219 f.

Eis. 210 — 222.

Verſuche über das Gefrieren von den Florentinern u. A. 211 f. Boyle zeigt, daß das Eis ausdünſtet, ſtellt Verſuche an über das Schmelzen des Eiſes und bewirkt ein künſtliches Gefrieren. 218. Meynungen über die Urſache der Kälte. 219 f.

Hygroſkope und wäſſerigte Meteore. 222 — 231.

Erſte hygroſkopiſche Subſtanzen. 223 f. Theorie der wäſſerigten Meteore von Descartes, 226. Kircher 229. und Dechales. 230.

Ver-

Vermiſchte Bemerkungen in Anſehung der wäſſerigten Meteore. 231 — 233.

Ueber die Höhe der Wolken von O. v. Guericke, und Vorſchlag der Florentiner, ihre Entfernung zu meſſen. 231. Verſuche mit Schnee im luftleeren Raum. 232. Henſhaw unterſucht den Thau. 233.

Sechſtes Kapitel. Meynungen und Entdeckungen, welche von den von ſelbſt erfolgenden Miſchungsveränderungen organiſcher Körper abhangen. 234. 235.

Erſte Entdeckung der ſich bey der Gährung entwickelnden Gasarten. 234.

Siebentes Kapitel. Meynungen und Entdeckungen in der Lehre von der Elektricität. 236 — 243.

Fernere Entdeckungen von Cabäus und O. v. Guericke. 236. Verſuche von den Florentinern und von Boyle. 238. Der letztere ſieht den elektriſchen Funken. 240.

Meynungen über das Weſen der Elektricität. 241 — 243.

Hypotheſen von Cabäus, 241. Gaſſendi, Descartes 242. und Boyle. 243.

Achtes Kapitel. Meynungen und Entdeckungen in der Lehre vom Magnetismus. 244 — 256.

Verſuche und Beobachtungen. 244 — 252.

Von Cabäus, Kircher und Colepreß. 233 f. Kircher lehrt, die magnetiſche Kraft zu wägen, den magnetiſchen Mittelpunkt zu finden, und magnetiſche Spielwerke zu verfertigen. 248. Verſuche mit dem Magneten. 249 f.

Magnetnadel. 252 — 255.

Cabäus bemerkt, daß der Nordpol ſtärker als der Südpol iſt. 252. Kircher beobachtet die Veränderlichkeit der Abweichung. 253. Sellers beantwortet einige von der Londner Societät aufgeworfene Fragen, die Mittheilung des Magnetismus betreffend. 254.

Meynungen über die Urſache des Magnetismus. 255. 256.

Hypotheſen von Kircher, Gaſſendi und Descartes. 255 f.

Zweyte Periode. Geſchichte der Phyſik von Newton bis auf gegenwärtige Zeiten. 257 — VIII, 920.

Erſte Epoche. Geſchichte der Phyſik innerhalb Newton's Zeitraum. 259 — III, 561.

Erſter Abſchnitt. Geſchichte in Rückſicht der allgemeinen Phyſik. 261 — 608.

Allgemeine Eigenſchaften der Körper. 261 — 266.

Newton beſtreitet Descartes Syſtem des Dualismus. 261 f. Malebranche und Berkeley bekennen ſich zum Idealismus, an deſſen Stelle v. Leibnitz ſeine Monadenlehre ſetzt. 264 f.

Schwere, Gravitation, Fall der Körper. 266 — 286.

Newton entdeckt das Gravitationsgeſetz und beweiſet es. 267 f. Falſche Behauptung ſeines Anhängers Cotes, daß die Schwere eine Eigenſchaft der Körper ausmache, und Erklärung der Schwere durch den Stoß einer Materie, von den Carteſianern. 280. Verſuche über den freyen Fall der Körper von Hawksbée und Deſaguliers; 282. im luftleeren Raume von Boyle und Deſaguliers. 284. — Leibnitz und Joh. Bernoulli berechnen die Curve, in welcher ein Körper in gleicher Zeit gleich hoch herabfällt, wonach Sebaſtien durch einen Verſuch die Richtigkeit des Galileiſchen Geſetzes beſtätigt, und Varignon beweiſet. 286.

Zuſammenhang oder Cohäſion. 287 — 316.

Newton behauptet, daß eine wirkliche Anziehung in der Berührung ſtatt finde. 287. Seine Eintheilung der Körper, und Verſuche, ſie zu beweiſen. 288 f. Hawksbée's Verſuche. 290. Newton kennt die expanſive Elaſticität. 291 f. Seine Meynung über die Kugelgeſtalt der Tropfen. 295. Keill, Freind und Jak. Bernoulli erklären die Cohäſion. 296 f. Hypotheſen über die Elaſticität von Malebranche, Rohault, de la Hire, Varignon und s'Graveſande. 299. Verſuche des letztern. 300. Verſuche mit Glastropfen von Sturm, Homberg, Wolff und Rohault. 304. Verſuche mit Haarröhrchen von Carré und Geoffroy. 304 f. Daß das Waſſer durchs Anhängen ſein ganzes Gewicht verliere, beſtreitet du Fay. 307. Die Oberfläche der

in den Haarröhrchen enthaltenen Flüſſigkeiten unterſuchen Petit und du Fay, 307 f. und Jurin das Hangenbleiben des Waſſers in den Haarröhrchen. 309. Verſuche mit Glasplatten von Hawksbée, Jurin und s'Graveſande. 311. — Stahl's und Henkel's Begriffe von der gegenſeitigen Einwirkung ungleichartiger Stoffe. 312. Geoffroy giebt die erſten Verwandtſchaftstafeln. 312. — Den reſpektiven und abſoluten Zuſammenhang feſter Körper berechnen Mariotte und v. Leibnitz, 313. denen Varignon und Jak. Bernoulli nicht ganz beipflichten. 315.

Bewegung überhaupt. 316 — 331.

Newton's Theorie. 317. Leibnitz ſtellt ein neues Geſetz für das Kräftenmaaß auf. 319 f. Streit für und gegen Leibnitz. 321 f.

Centralbewegung. 331 — 366.

Die Centralkräfte berechnen Newton, 331 f. Herrmann und Joh. Bernoulli nach der von Leibnitz erfundenen Infiniteſimalrechnung. 337 f. Von der Centrifugalkraft handeln de l'Hopital, Varignon und Herrmann. 345 f. Daß die Geſetze dieſer Kraft aus dem der Centralbewegung fließen, zeigen Newton u. A. 353. Andere aus dem Geſetz der Centralbewegung hergeleitete Geſetze, und Anwendung derſelben auf Körper. 355 f. Auch die koniſchen Schwünge laſſen ſich, nach Herrmann, daraus ableiten. 360 f.

Pendelbewegung. 367 — 373.

Die Lehre vom Pendel handelt Newton in der größten Allgemeinheit ab, und Jak. und Joh. Bernoulli beweiſen das Geſetz vom Mittelpunkte des Schwunges. 367 f.

Widerſtand, den feſte Körper erleiden, welche ſich im Flüſſigen bewegen. 373 — 379.

Newton's Theorie. 374. Verſuche von Hawksbée, Deſaguliers und Newton. 376 f.

Stoß der Körper. 379 — 383.

Mariotte's Geſetz. Seine Stoßmaſchine. 379 f. Den ſchiefen Stoß unterſuchen Herrmann, s'Graveſande u. A. 381.

Gleichgewicht feſter Körper. 383 — 387.

Das Geſetz des Gleichgewichts am Hebel beſtimmen Newton, Varignon und de la Hire. 383 f.

Das Reiben oder die Friktion. 387 — 391.

Amontons beſtimmt die Größe der Friktion. 387. Verſuche über die Friktion von Leupold und v. Leibnitz. 388. Ihre Größe beſtimmen auch de la Hire und Parens. 389. Leibnitz unterſcheidet das Schieben vom Rollen. 391.

Gleichgewicht und Bewegung tropfbar flüſſiger Körper. 392 — 414.

Mariotte beweiſet S. Stevins Geſetz. 392. s'Graveſande's follis hydroſtaticus und Wolf's anatomiſcher Heber. 394. Verſuche über die Bewegung flüſſiger Körper von Mariotte, 395. Guilielmini 398. und Poleni; 301. über die Zuſammenziehung des Waſſerſtrahls von Newton und Poleni; 404 f. über die Geſchwindigkeit des herausfließenden Waſſers von s'Graveſande; 406. über das ſpringende Waſſer von Mariotte und s'Graveſande; 407 f. und über die Bewegung des Waſſers von Newton, Varignon und Hermann. 411. Der gleichſchenklichte Heber wird entdeckt. 412. Verſuche mit dem Heber im luftleeren Raum von Boyle, Homberg und Wolf. 413. Eine Sammlung hydrauliſcher Maſchinen giebt Leupold. 414.

Erſtes Kapitel. Entdeckungen in der Lehre vom Gleichgewicht und der Bewegung der Luft. 414 — 486.

Die Lehre von der Luft bringt Wolf in eine wiſſenſchaftliche Form. 414.

Schwere der Luft. 415 — 417.

Mariotte's Verſuch, den Druck der Luft zu beweiſen. 415. Sein Verſuch mit dem Waſſerbarometer 416. und ſeine Meynung über das Hangenbleiben des Queckſilbers. 417.

Gewicht der Luft. 418. 419.

Wird gefunden und beſtimmt von de Volder, Wolf, Bernoulli, Homberg, Hawksbée und Halley. 418 f.

Barometer und Barometerveränderungen. 419 — 442.

Verbeſſerungen des Huygensſchen Doppelbarometers. 419. Joh. Bernoulli's rechtwinklichtes Barometer. 421.

Amon-

Amontons koniſches, abgekürztes und Meer-Barometer. 422 f. Pontchartrain entdeckt, daß die Barometer nicht übereinſtimmen. 425. Verſuche darüber. 426. Amontons bemerkt den Einfluß der Wärme auf das Queckſilber. 427. — Hypotheſen zur Erklärung der Barometerveränderungen von Mariotte, 428. Garden, 431. Wallis, 432. Liſter, Halley, 433. Woodward, de la Hire, 435. Leibnitz, 436. v. Mairan 439. und Hawksbée. 441.

Luftpumpe und Elaſticität der Luft. 442 — 467.

Verbeſſerungen der Luftpumpe. 443. Papin erfindet die doppelte Luftpumpe. 447. Boyle's Compreſſionsmaſchine. 445. Andere Einrichtungen der Luftpumpe und der Compreſſionsmaſchine. 447 f. — Erfindung des Elaſticitätszeigers. 454. Beſchreibung des Boyleſchen und des Hawksbéeſchen. 455 f. Mariotte findet aus ſeinen Verſuchen das Geſetz, nach welchem ſich die Luft ausdehnt. 459. Wiederholung dieſer Verſuche, und Beſtätigung und Beſtreitung des Mariotteſchen Geſetzes: daß ſich die Elaſticität der Luft verkehrt wie der Raum verhalte. 461 f. Wolf's Verſuche über die ausdehnende Kraft der Luft. 462 f. Angaben, wie weit ſich die Luft verdünnen laſſe. 467.

Vermiſchte Bemerkungen und Erfindungen. 467 — 474.

Amontons beſtimmt durch Verſuche, wie und nach welchem Geſetze die Wärme auf die Elaſticität der Luft wirkt. 467. Hawksbée zweifelt an Roberval's Satz: daß die condenſirte Luft nichts von ihrer Elaſticität verliere. 468. Boyle's verbeſſerte Windbüchſe. 469. Verſuche mit dem Manometer von Halley; ein anderes erfindet Varignon, deſſen Fehler Wolf zu heben ſucht. 470. Vorſchläge, ſich in die Luft zu erheben, von Lana, Sturm und Lohmeier. 471 f.

Bewegung der Luft. 474 — 486.

Theorie der Winde von Mariotte, 474. Halley und Wolf. 478 f. Ozanam's Plagoſkop verbeſſert Leupold. 483. Anemometer. 484. Die Geſchwindigkeit des Windes beſtimmen Mariotte und Derham. 485.

Zweytes Kapitel. Meynungen und Entdeckungen in der Lehre von den ſchwingenden Bewegungen ſchallender und klingender Körper. 486 — 503.

Schall, Ton, Klang. 486 — 501.

Unterſuchungen über die verſchiedenen Schwingungsarten der Saiten von Sauveur. 486 f. Das Weſen des Schalls ſoll nach de la Hire u. A. in ein Zittern der kleinſten Theile des ſchallenden Körpers beſtehen. 491. Newton's Theorie. 492. Verſuche über die Geſchwindigkeit der Fortpflanzung des Schalls. 496. Verdichtete und erwärmte Luft verſtärkt den Schall. Reſonanz. 498. Petter und C. Meyer zerbrechen Gläſer durchs Schreyen. 499. Akuſtik und Katakuſtik. 500.

Echo und Sprachrohr. 501 — 503.

Quesnet erklärt das Echo von Genetay. Merkwürdiges Echo bey Verdün. 501. Verbeſſerungen des Sprachrohrs. 502.

Drittes Kapitel. Von den Meynungen und Entdeckungen, welche das Weltgebäude überhaupt betreffen. 504 — 558.

Newton's 504 f. und Leibnitzens Syſtem. 510. Erklärung der merkwürdigſten Erſcheinungen am Himmel nach dem copernicaniſchen Syſtem. 511 f.

Sonne. 515 — 528.

Beſtimmung ihrer Parallaxe. 516. Huygens Hypotheſe über den Stoff der Sonne. 517. Beobachtung der Sonnenflecken und der Sonnenfackeln, und Meynungen darüber. 518 f. Das Zodiakallicht entdeckt Caſſini. 524. Hypotheſen über dasſelbe und über ſeinen Urſprung 526.

Mond. 528 — 540.

Newton's Theorie. 528. Er beſtimmt ſeine Dichtigkeit. 530. Mondstafeln. 531. Huygens leugnet die Exiſtenz der Meere im Monde. 531. Die Umdrehung des Mondes um ſeine Axe beweiſet Newton, 532. und ſein Schwanken erklärt Mercator. 533. Hypotheſen über die Oberfläche des Mondes. 534. Meynungen für und gegen die Exiſtenz einer Mondatmoſphäre. 535. Liefmann entdeckt im verfinſterten Monde helle Stellen. 539.

Planeten. 540 — 546.

Beobachtung der Flecken auf der Venus. 540. Caſſini entdeckt einen Venus-Mond. 541. Beobachtung des Saturnusringes und Entdeckung ſeiner 5 Monde. 542. Hypotheſen

potheſen über ſeine Entfernung und über ſeinen Stoff. 544. Die Planeten ſind höchſt wahrſcheinlich von denkenden und empfindenden Weſen bewohnt. 545.

Kometen. 546 — 551.

Kirch beobachtet einen Kometen, und Dörfel zeigt, daß ſeine Bahn eine Parabel ſey. 547. Newton's Theorie. 547. Halley berechnet ihre Bahn. 548. Hypotheſen über ihre Beſchaffenheit. 550.

Firſterne. 551 — 558.

Newton erklärt das Vorrücken der Nachtgleichen. 551. Ob die Firſterne eine jährliche Parallaxe zeigen? 553. Bradley entdeckt die Abirrung des Lichts 554. und Halley außerdem noch eine eigene und wirkliche Bewegung an den Firſternen. 556. Hypotheſen über ihre Beſchaffenheit. 557. Newton's Meynung über die Entſtehung der neuen Firſterne. 557.

Viertes Kapitel. Von den Meynungen und Entdeckungen, welche unſere Erde insbeſondere angehen. 558 — 608.

Geſtalt der Erde. 558 — 568.

Newton's Theorie. 558. Gegen ihn behauptet Elſenſchmidt, daß die Erde ein länglichtes Sphäroid ſey. 562. Aus der franzöſiſchen Gradmeſſung ziehen die Pariſer Akademiker dasſelbe Reſultat, welches die Engländer beſtreiten. 563. Newton erweitert ſeine Theorie und ſucht ſie mit den beobachteten Pendellängen in Uebereinſtimmung zu bringen. 565. Die Franzoſen ſchreiben aber die Verkürzung der Pendellängen dem Einfluß der Wärme zu. 567.

Oberfläche der Erde. 568 — 589.

Lemery ahmt die feuerſpeyenden Berge nach und erklärt die Erdbeben. 569. Meynungen über den Abfluß des mittelländiſchen Meers. 571. Vorſchläge, das Meerwaſſer trinkbar zu machen. 572. Newton's Theorie der Ebbe und Fluth. 573. Ueber den Abfluß des kaſpiſchen Sees. 580. Hypotheſen über den Urſprung der Quellen. 581 f.

Atmoſphäre der Erde. 589 — 598.

Regeln zur Beſtimmung ihrer Höhe mit dem Barometer von Mariotte, 590. Halley, 593. Maraldi, 594. und

Feuillée, 596. und durch Hülfe der Dämmerung von Halley und de la Hire. 597.

Die Erdkugel als Planet betrachtet. 598 — 603.

Halley berechnet das Verhältniß der Wärme verſchiedener Himmelsſtriche; 600. genauer aber v. Mairan. 601.

Meynungen über die Entſtehung und Bildung der Erde. 603 — 608.

Hypotheſen von Burnet, 603. Ray, v. Leibnitz, 605. Woodward, Hooke, 606. Whiſton 607. und Scheuchzer. 608.

Dritter Band.

Zweyter Abſchnitt. Von den Meynungen und Entdeckungen in der beſondern Naturlehre. 1 — 561.

Erſtes Kapitel. Meynungen und Entdeckungen in der Lehre vom Lichte. 1 — 214.

Newton's Verſuche mit dem Prisma, um die Erſcheinung des länglichten Farbenbildes zu erklären. 4 f. Er findet, daß das Licht in Anſehung der Brechbarkeit verſchieden iſt. 17. Seine Theorie. 18 f.

Farben. 23 — 61.

Newton's Theorie. 23 f. Anwendung derſelben auf verſchiedene Erſcheinungen am Prisma und auf den Regenbogen. 38 f. Erklärung der Regengalle. 51. Halley u. A. erweitern Newton's Theorie des Regenbogens. 52. Ungewöhnliche Arten von Regenbogen. 53. Newton wendet ſeine Farbentheorie zur Beſtimmung der Farben natürlicher Körper an. 56. De la Hire's Vorſtellung von den Farben. 61.

Farben dünner Körper. 61 — 75.

Newton's Verſuche und daraus hergeleitete Reſultate. 62 f.

Brechung und Zurückwerfung des Lichts, nebſt Newton's Anwendung der beobachteten Farben dünner Körper auf die Erklärung der Farben natürlicher Körper. 76 — 98.

Beſtimmung des Brechungsverhältniſſes verſchiedener Körper. Lowthorp beſtimmt das der Luft und des Waſſers, 76.

76. deſſen Verſuch die Pariſer Akademiker wiederholen. 79. Hawksbée's Tabelle über die brechende Kraft verſchiedener Flüſſigkeiten. 80. Newton zeigt, daß mit der Brechung zugleich Zurückſtrahlung des Lichts verbunden ſey, 82. und erklärt beydes aus einerley Urſache, 90. ſo wie auch die Abweichungen der farbigen Ringe an dünnen Scheibchen. 96.

Farben, welche durch dicke Scheiben hervorgebracht werden. 98 — 104.

Dergleichen werden bemerkt von Newton, welcher Verſuche darüber anſtellt. 98 f.

Beugung des Lichts. 104 — 125.

Newton wiederholt Grimaldi's Verſuche und beobachtet noch andere merkwürdige Erſcheinungen. 104 f. Maraldi's Verſuche. 117 f.

Phyſikaliſche Urſache der Zurückwerfung, Brechung und Beugung des Lichts. 125 — 129.

Wird angegeben von Newton, 125. v. Leibnitz 128. und Joh. Bernoulli. 129.

Methoden, die brechenden Kräfte verſchiedener Körper zu meſſen. 129 — 133.

Von Newton zwey verſchiedene. 129 f. Brechungstafeln. 133.

Einwürfe gegen die Newtonſche Lehre vom Lichte. 133 — 140.

Von Hooke, Pardies, Mariotte, v. Leibnitz, Rizetti. 135 f. Deſaguliers Verſuche zur Erläuterung der Newtonſchen Farbentheorie. 137.

Unterſuchungen und Bemerkungen, welche das Sehen betreffen. 140 — 154.

Mariotte's, Pecquet's u. A. Unterſuchungen über den Sitz des Sehens. 140 f. Warum wir mit zwey Augen ein Objekt nur einfach ſehen, erklärt Newton. De la Hire erklärt das Ausfahren der Lichtſtrahlen. 147. Seine Bemerkungen über die ſcheinbare Entfernung der Gegenſtände, und über die Bilder, die entſtehen, wenn man eine Lichtflamme durch einen Einſchnitt in einem Kartenblatte betrachtet. 148. Er findet, daß beyde Augen zuweilen nicht gleich gut ſind, und giebt Mittel an, ſie zu prüfen. 149. Er erklärt die vor den Augen ſchwebenden dunkeln Flecken, zeigt die Feinheit des Sehenervens, und erklärt

klärt das Vermögen des Auges, ſich ſelbſt einzurichten. 150. Hooke's Bemerkungen über den Sehewinkel. 152. Merkwürdiger Geſichtsbetrug. 153. De la Hire's Meynung über das Schielen. 154.

Erfindungen und Verbeſſerungen optiſcher Werkzeuge. 154 — 183.

Hartſöker erfindet das Luftfernglas. 155. Verbeſſerung deſſelben. 156. Newton beſtimmt den Einfluß der verſchiedenen Brechbarkeit des Lichts auf die Fernröhre. 157. — Spiegelteleſkope verfertigen Newton, 162. Caſſegrain 165. und Hadley. 166. Verbeſſerungen des Mikroſkops 169 f. und des Mikrometers. 175 f. Methoden, die Größe kleiner Gegenſtände zu ſchätzen. 178. — Hooke giebt eine Vorrichtung an, in die Sonne ſehen zu können, und erfindet ein Werkzeug für Kurzſichtige. 179. — v. Tſchirnhauſen's großer Brennſpiegel und große Brenngläſer. 180. Verſuche damit. 181. Brenngläſer aus maſſivem Glaſe, Holz, Stroh und Pappe. 182.

Licht der leuchtenden Körper. 183 — 193.

Den Bononiſchen Stein unterſuchen Graf Marſigli und Lemery. 183. Andere Lichtſauger entdecken Balduin und Homberg. 184. Dü Fay unterſucht den Berner Kalkſtein. 185. Brandt und Kunkel erfinden den Phosphor. 186. Verſuche damit. 187. Leuchten einiger Thiere. 190. Leuchten des Meerwaſſers. 191. Irrlichter. 193.

Eigenſchaften des Isländiſchen Kryſtalls oder des Doppelſpaths. 193 — 195.

Newton ſucht ſie zu erklären. 194.

Höfe und Nebenſonnen. 195 — 201.

Merkwürdige Höfe. 195. Mariotte und Newton erklären die Entſtehung der Höfe und der Nebenſonnen. 196. Newton findet ſeine Theorie durch die Erfahrung beſtätigt. 200.

Vermiſchte Bemerkungen und Entdeckungen. 201 — 214.

Formeln für die Brennweite der durch Glas gehenden Strahlen berechnen Barrow, Huygens und Halley. 202. Einige in dieſem Zeitraum gefundene dioptriſche Formeln. 203. v. Tſchirnhauſen entdeckt die Brennlinien. 205. De la Hire beobachtet, daß ein leuchtender Körper durch ein

geneigtes Glas im Dunkeln vervielfältigt erſcheint, und hält dieſes für ein Mittel, zu erforſchen, ob die Flächen eines Glaſes vollkommen parallel ſind. 207 f. Er beſtimmt auch den Weg des Lichts durch die Atmoſphäre, wird aber von Hermann widerlegt. 209. Die ſcheinbare Vergrößerung der Sonne und des Mondes am Horizont erklären Gouye und Molineux. 211. Die Farben der Wolken erklärt Newton. 211. Gregory ſchlägt den Bau des Auges zur Nachahmung der Fernröhre vor. Homberg will einen Stoß des Lichts wahrgenommen haben. 212. Huygens vergleicht das Licht des Sirius mit dem der Sonne. Maria erforſcht die Abnahme des durch Gläſer gehenden Lichts. Wolf zeigt vermittelſt eines künſtlichen Auges, daß die Lichtſtrahlen ein Bild auf der Netzhaut abmahlen. 213.

Zweytes Kapitel. Meynungen und Entdeckungen in der Lehre von der Wärme. 214 — 259.

Weſen der Wärme. 214 — 216.

Hypotheſen von Newton 214. und Wolf. 216.

Das Thermometer, und die freye, fühlbare oder thermometriſche Wärme. 216 — 236.

Vorſchlägen zu feſten Punkten am Thermometer von Renaldini und Newton. 216. Amontons Luftthermometer. 218. Andere Vorſchläge. 220. Uebereinſtimmende Thermometer verfertigt zuerſt Fahrenheit. 221 f. — Entdeckung, daß das kochende Waſſer einen beſtimmten Wärmegrad hat. 224. Fahrenheit beſtätigt, daß der Druck der Luft auf den Siedgrad des Waſſers Einfluß habe. 226. Newton's Tafel der Wärmegrade. 227. Mariotte's Urtheil über die Kälte. 229. Das Thermometer ſteigt, wenn gegen daſſelbe mit einem Blaſebalge geblaſen wird; aber nicht, wenn es mit Schnee umgeben wird. 230. Wolf's Theorie der Wärme und Kälte. 232 f. Auch im luftleeren Raum wird durchs Reiben fühlbare Wärme erregt. 236.

Wirkung der Wärme. 236 — 241.

De la Hire glaubt, daß wegen der Ausdehnung durch den Einfluß der Wärme die Pendeluhren nie zur Vollkommenheit gebracht werden können. 237. Hypotheſen über die Entſtehung der Dünſte. 238. Wolf widerlegt die Meynung, daß ſich die Dämpfe in Luft verwandeln. 240.

Wirkung eingeſchloſſener Dämpfe. 241 — 258.

Papin erfindet den Digeſtor. 242. Erfindung der Dampfmaſchinen. 244. Verbeſſerungen derſelben. 249 f. Beſchreibung der zu Fresnes bey Condé angelegten. 255.

Thieriſche Wärme. 258 — 259.

Homberg's Verſuche. 258. Sie wird durch das Einathmen in den Lungen erzeugt. 259.

Drittes Kapitel. Beobachtungen in der Lehre von den Gasarten. 259 — 263.

Wren ſchlägt vor, das bey gährenden Flüſſigkeiten ſich entwickelnde Gas aufzufangen. 259. Verſuche mit aufbrauſenden Subſtanzen im leeren Raum von Huygens und Papin. Liſter erwähnt mehrere Arten Luft in Kohlengruben. 260. Auch Joh. Bernoulli leitet das Aufbrauſen der Säuren mit Laugenſalzen von einer Luft her und giebt Vorſchläge, dieſe Luft aufzufangen. 261. Lanciſi zeigt die Schädlichkeit des Sumpfgas. 263.

Viertes Kapitel. Entdeckungen und Beobachtungen in der Lehre vom Feuer. 263 — 284.

Weſen des Feuers. 263 — 270.

Hypotheſen von Newton, Lemery, 264. Becher, Stahl, 267. Henkel und v. Wolf. 270.

Beobachtungen bey der Erzeugung des Feuers und der Verbrennung der Körper. 270 — 281.

Verſuch über die Zurückwerfung 271. und über die Mittheilung der Wärme. 272. Hooke hält die durch Stahl und Stein entſtehenden Funken für Stahlſtückchen, und Wolf für Steinſtückchen, die in Glas verwandelt ſind. 273. Hypotheſen über das Verbrennen von Becher und Stahl. 274. Homberg entdeckt den Pyrophorus, 275. wozu Lemery andere Subſtanzen vorſchlägt. 276. Erklärung der Selbſtentzündung deſſelben. 277. Die Gewalt des Schießpulvers erklären Hawksbée, de la Hire, Newton, Joh. Bernoulli und Papin. 278 f.

Sternſchnuppen und Feuerkugeln. 281 — 284.

Sternſchnuppen beobachtet Menzel. 281. Beobachtungen von Feuerkugeln. 282. Hypotheſen über ihre Entſtehung. 283.

Fünf-

Fünftes Kapitel. Entdeckungen und Beobachtungen in der Lehre vom Waſſer. 284 — 371.

Bemerkungen über die Natur des Waſſers. 284 — 288.

Die Elaſtizität des Waſſers behauptet v. Stair, der ſich auf einen problematiſchen Verſuch mit einer goldenen Kugel ſtützt. 285. De Lanis Verſuche, die Compreſſibilität zu beweiſen. 286.

Eis. 288 — 329.

Verſuche über das Gefrieren von Mariotte 289. Geſottenes Waſſer friert nicht geſchwinder, als ungeſottenes. 295. Luftleeres Eis iſt ſchwerer als Waſſer. Homberg behauptet, daß Eis im luftleeren Raume ſchneller ſchmelze als in der Luft. 296. Gauteron's und v. Mairan's Verſuche über das Gefrieren. 297 f. Fahrenheit bemerkt, daß ruhiges Waſſer einen höhern Grad der Kälte, als den Froſtpunkt, annehmen kann, ohne zu gefrieren. 310. Verſuche über die Feſtigkeit des Eiſes, 311. über das Ankleben deſſelben an feſte Körper, und über die Ausdünſtung deſſelben. 312. v. Mairan erklärt das Schmelzen des Eiſes. 318. Seine Bemerkungen über die Hervorbringung einer künſtlichen Kälte. 324. Hypotheſen über die Urſache der Kälte. 328.

Hygrometer, Atmometer und Hyetometer. 329 — 355.

Hygrometer erfinden: Hautefeuille, das Teuber verbeſſert, 330 f. Grollet, 335. Gould, 336. Molineux, 338. Sturm, 339. Teuber, 341. Dalencé 343. und Amontons. 344. Wettermaſchine. 346. Mehrere Vorſchläge zu hygroſkopiſchen Subſtanzen. 347. — Halley beſtimmt zuerſt die Ausdünſtung einer gewiſſen Waſſermenge in einer beſtimmten Zeit. 348. Sedileau's Beſtimmung. 349. Wolf giebt ein anderes Atmometer an. 350. — Hyetometer. 351. Townley beſtimmt die Menge des herabgefallenen Regens durchs Gewicht. 352. Sedileau's Verſuch. 353. Leutmann verbindet mit ſeinem Hyetometer ein Aräometer. 354.

Wäſſerige Meteore. 355 — 368.

Beſtimmung der Menge des herabgefallenen Regens von Townley, 355. Derham, Sedileau, 358. Vauban und de la Hire, 359. und Algöwer. 363. Wolf zeigt die Entſtehung der Wolken. 366.

Ver-

Vermiſchte Bemerkungen in Anſehung der wäſſerigen Meteore. 368 — 371.

Jak. Bernoulli's Vorſchlag, die Höhe der Wolken zu meſſen. 368. Beſtimmung der Größe und des Gewichts derſelben. 369. Geſtalt der Schneeflocken. Lockerheit des Schnees. 370.

Sechſtes Kapitel. Meynungen und Entdeckungen ſolcher Erſcheinungen, welche von den von ſelbſt erfolgenden Miſchungsveränderungen organiſcher Körper abhangen. 371 — 429.

Theorien von Becher, 372. Stahl, 377. Joh. Bernoulli 417. und Poli. 428.

Siebentes Kapitel. Meynungen und Entdeckungen in der Lehre von der Elektrizität. 429 — 468.

Verſuche mit Körpern, welche die Elektricität beweiſen, nebſt einigen Bemerkungen über die Elektrizität. 429 — 461.

Joh. Bernoulli unterſucht das von Picard bemerkte Leuchten in der Barometerröhre. 430. Anweiſung, leuchtende Barometer zu verfertigen. 432 f. — Newton bemerkt zuerſt eine elektriſche Ladung der Glasplatten 339. und Wall den elektriſchen Funken. 441. Hawksbée erweitert dieſe Lehre durch Verſuche. 444 f. Seine Maſchine. 449. Polynier's Methode, Funken zu erregen. 450. Fernere Verſuche von Hawksbée. 451 f. Die Eigenſchaften, welche Körper haben müſſen, um gerieben Funken hervorzubringen, erforſchen Joh. Bernoulli und Caſſini. 460 f.

Meynungen über das Weſen der Elektricität. 461. 462.

Newton's Hypotheſe. 462.

Nordlicht, Nordſchein. 462 — 468.

Beobachtungen. 463. Hypotheſen. 465.

Achtes Kapitel. Meynungen und Entdeckungen in der Lehre vom Magnetismus. 468 — 561.

Verſuche und Beobachtungen. 468 — 506.

Unterſuchungen, warum ein ſchwächerer Magnet einem ſtärkern das Eiſen entzieht. 469. Wolf widerlegt Sturm's Behauptung, daß die Wirkungen des Magneten von der elaſtiſchen Luft abhangen. 474. Nach welchem Geſetze die magne-

magnetiſche Kraft wirkt? 475 f. Das Feuer zerſtört die magnetiſche Kraft. 487. Derham glaubt, daß die Witterung auf die magnetiſche Kraft Einfluß habe, und Rohault, daß dieſe Kraft durch den Roſt verloren gehe. 488. Verſuche, die magnetiſche Kraft zu verſtärken. 489. Urſprünglicher Magnetismus. 489. Ein glühender Stahlſtab wird magnetiſch, wenn er in ſenkrechter Richtung in Waſſer abgekühlt wird. 490. Verſuche über die Mittheilung des Magnetismus. 492 f. Ueber die Gewichtsveränderung des magnetiſirten Eiſens. 498. Ueber die Entſtehung mehrerer Pole an Nadeln, denen der Magnetismus mitgetheilt war. 499. Derham's Verſuche mit geſpaltenen Magneten. 500. Reaumür's Beobachtung eines ſtärkern und ſchwächern Anziehens. 501. Künſtliche Magnete. 502. Verſtärkung der magnetiſchen Kraft. 503. Reaumür verſtärkt den urſprünglichen Magnetismus. 504.

Magnetnadel. 506 — 555.

Bemerkungen über ihre Form, Länge und Stärke. 506. Vorſchläge, ihre Abweichung zu finden. 508. Beobachtung der Veränderung ihrer Abweichung. 509. Beſtimmung ihrer Umlaufszeit. 513. Halley's Theorie der Abweichung. 513 f. Beobachtungen der Abweichung unter verſchiedenen Graden. 524. Beſtimmung des magnetiſchen Meridians. 526. Noel's Beobachtungen. 528. Veränderlichkeit der Abweichung. 533. Vorrichtung, die Abweichung zu vermeiden. 536. — Neigungscompaß. 538. Cunningham's, 539. Noel's 540. und Feuillée's Beobachtungen. 544. Veränderung der Neigung. 545. Graham unterſucht die Schwingungen der Neigungsnadel. 546. Terellen. 549. Der Blitz kehrt die Pole der Magnetnadel um. 550. De la Hire unterſucht die gegenſeitige Wirkung der Magnetnadeln. 550. Bemerkungen über die verſchieden wirkende magnetiſche Kraft unſerer Erde. 553.

Meynungen über die Urſache des Magnetismus. 555 — 561.

Hypotheſen von Dalencé, 555. Hartſöker, la Montre, 557. Bond 558. und Villemot. 560.

Vierter Band.

Zweyte Epoche. Geſchichte der Phyſik nach den Zeiten Newton's bis auf Prieſtley's Unterſuchungen über die verſchiedenen Gasarten. I — V, 992.

Regeln, die Newton bey ſeinen Unterſuchungen feſtſtellt. 1. Die Franzoſen und Leibnitz vertheidigen das carteſianiſche Syſtem. 3. Lehrbücher der Phyſik. 5.

Erſter Abſchnitt. Geſchichte in Rückſicht der allgemeinen Phyſik. 5 — 446.

Allgemeine Eigenſchaften der Körper. 5 — 17.

Gren beſtreitet Newton's Hypotheſe vom leeren Raum 6. und Nollet bekennt ſich zum atomiſtiſchen Syſtem. 7. Euler widerlegt Leibnitzens Monadenlehre, 9. die Formey aufrecht erhalten will. 11. Kant's Urtheil darüber. Boscowich's Hypotheſe. 12 f.

Schwere, Gravitation, Fall der Körper. 17 — 30.

Daß die Anziehung eine Eigenſchaft der Körper ſey, zeigt Maupertuis. 17. Einwürfe gegen Newton's Gravitationsgeſetz von Bernoulli, 18. und gegen ſeine Lehre vom freyen Fall von Couttaud und Bertier, und Mercier und Gesner, deren Täuſchung de Lüc mit entdeckt. 19. Maupertuis wendet die Analyſis auf das Gravitationsgeſetz an. 20. Warum Newton's Syſtem Anfangs ſo wenig Eingang findet, zeigt Clairaut. 23. Dieſer, Euler und d'Alembert löſen die Aufgabe von dreyen Körpern auf. 24. Clairaut's Folgerungen werden zwar von v. Büffon beſtritten, doch aber zeigt jener, daß ſich alle Ungleichheiten am Monde aus dem Gravitationsgeſetz herleiten laſſen. 25. Mondstafeln. 25. de la Lande vertheidigt das Gavitationsgeſetz. 26. Gegner dieſes Geſetzes und Anhänger von Descartes. 27 f. v. Maupertuis ſucht beyde Syſteme zu vereinigen. 30.

Cohäſion oder Zuſammenhang. 30 — 84.

Hamberger's 31 f. und Muſſchenbroek's Theorieen. 44 f. Gerdil iſt gegen die Annahme einer anziehenden Kraft. 49. Vergleichung der Anziehung in der Entfernung mit der in der Berührung. 50 f. Hypotheſen über die Elaſticität von Muſſchenbroek, Joh. Bernoulli, Euler und D. Bernoulli. 60 f.

60 f. Verſuche mit Glastropfen von Boſc d'Antic, 63. mit Springkolben von dem Bononiſchen Inſtitut und Hanow, 64. und mit Haarröhrchen von Bülfinger und Muſſchenbroek. 65. Warum Queckſilber in Haarröhrchen niedriger, als im Gefäße, ſteht, erklären Hamberger und Muſſchenbroek. 68 f. Weitbrecht's Theorie der Haarröhrchen. 69. Gellert findet, daß geſchmolzenes Bley im Haarröhrchen ſich wie Queckſilber verhält. 71. Gerdil's und Abat's Einwürfe gegen die Erklärung der Haarröhrchen durchs Anziehen widerlegt de la Lande. 72 f. Verbeſſerung der Verwandtſchaftstafeln. 78 f. Limburg's 78 f. und le Sage's Theorie der Verwandtſchaften. 81. — Den reſpectiven Zuſammenhang feſter Körper beſtimmen Bülfinger, 81. Muſſchenbroek 82. und v. Büffon. 84.

Bewegung überhaupt. 84 — 114.

Urtheile über die Trägheitskraft von Crouſaz, 85. Nollet, Gordon, Kratzenſtein, 86. Euler und Käſtner. 87. Streit über Newton's zweytes Axiom zwiſchen D. Bernoulli, Euler und D'Alembert, den Käſtner und Karſten beendigen. 89 f. Newton's drittes Axiom verwechſelt Hamberger mit dem Geſetz der Trägheit. 90. Maupertuis Geſetz der kleinſten Wirkung, und die dadurch veranlaßten Streitigkeiten. 92 f. Verſchiedene Urtheile und Streitigkeiten über Leibnitzens Geſetz des Kräftenmaßes von Joh. Bernoulli, 96. d'Alembert, Bülfinger, 98. Muſſchenbroek und Kant, 100 f. v. Mairan, 107. Maclaurin, D. Bernoulli, 109. Karſten und Euler, 110 f. Riccati und Zanotti. 113 f.

Centralbewegung. 114 — 117.

Joh. Bernoulli und Euler berechnen ſie. 115. s'Graveſande's Centralmaſchine. 116.

Pendelbewegung. 117 — 126.

Euler und v. Mairan beſtimmen die Länge des Sekundenpendels. 118. de la Lande's Tabelle über die tägliche Verzögerung dieſes Pendels. 121. Verſuche mit dem Pendel im luftleeren Raum von Derham. Daß die Luft keinen Einfluß auf das Pendel habe, behauptet Bouguer; 122. aber daß die Länge des Pendels wegen der Centrifugalkraft einige Correction bedürfe, bemerkt Herrmann. 123. Die Friktion am Pendel ſucht Graham zu heben. Verſuche mit einem ſolchen Pendel von Maupertuis. 123. Den

von Caſſini bemerkten Einfluß der Witterung hebt Graham durch ſein roſtförmiges Pendel. 125. Andere Einrichtungen des Pendels von Shelton und Romain. 126.

Wurfbewegung. 126 — 132.

Maupertuis's Theorie. 127. s'Graveſande's paraboliſche Maſchine. 128. Belidor's Verſuche. 129. Robin's und Euler's Theorie. 129 f. Auflöſung des balliſtiſchen Problems. 130. Lambert vertheidigt Newton's Theorie. 131.

Widerſtand, welchen feſte Körper erleiden, welche ſich im Flüſſigen bewegen. 132. 133.

Bernoulli's und Euler's Theorie läßt viel Ungewißheit zurück. 132. Auch macht Borda die Newtonſchen Geſetze ſehr zweifelhaft. 133.

Stoß der Körper. 133 — 137.

Maupertuis's Theorie. 133. Den eccentriſchen Stoß unterſuchen die Bernoulli's und Euler. 135. Betrachtungen über den Mittelpunkt des Stoßes. 136.

Gleichgewicht feſter Körper. 137 — 147.

Urtheile von Joh. Bernoulli und d'Alembert über die frühern Theorieen des Hebels. 137. Käſtner's Theorie. 138. Daß ein von zwey Kräften mit gleichförmiger Bewegung ꝛc. getriebener Körper die Diagonale eines Parallelogramms durchläuft, zeigen s'Graveſande, Nollet u. A. 143 f. Käſtner's Theorie von der Zuſammenſetzung der Kräfte. 145.

Das Reiben oder die Friktion. 147 — 154.

Beſtimmung der Größe der Friktion. 148 f. Muſſchenbroek's Tribometer. 150. v. Segner's Verſuche. 153. Euler's Theorie. 154.

Gleichgewicht und Bewegung tropfbar flüſſiger Körper. 154 — 169.

Das Geſetz des Gleichgewichts in communicirenden Röhren beweiſet D. Bernoulli, 154. wogegen d'Alembert und Euler Einwendungen machen, 156. die aber Käſtner widerlegt. 157. — Joh. und D. Bernoulli's Theorie der Bewegung flüſſiger Körper, und Beobachtungen über die Zuſammenziehung des Waſſerſtrahls. 162. Segner's und d'Alembert's Theorie. 164. Warum das ſpringende

Waſſer nicht ſo hoch ſteigt, als fällt, zeigt Käſtner. 166. Euler's Unterſuchungen über die Friktion der Waſſertheilchen an den Rändern der Oeffnung. 168. Lehrbücher der Hydraulik und Sammlung hydrauliſcher Maſchinen. 169.

Erſtes Kapitel. Entdeckungen in der Lehre vom Gleichgewichte und von der Bewegung der Luft. 169 — 246.

Schwere der Luft. 170 — 171.

Hauſen's Verſuch mit dem Waſſerbarometer. 170.

Barometer und Barometerveränderungen. 171 — 200.

v. Mairan erfindet das abgekürzte Barometer. 171. Caſſini und le Monnier entdecken die Vortheile des ausgekochten Queckſilbers. 172. Ludolf's Skale, auf welcher der Druck mit Einſchluß der Correction des Einfluſſes der Wärme beobachtet werden kann. 174. De Lüc's Verdienſte um die Verbeſſerung der Barometer. 176. Er erkennt die wahren Vortheile des Auskochens des Queckſilbers. 177. Beſchreibung ſeines Barometers und ſeines Reiſebarometers. 179. Muſſchenbroek's Vorrichtung, an einem Orte fortgeſetzte Beobachtungen zu machen und aufzuzeichnen. 182. De Lüc zeigt, daß nur durch das Auskochen übereinſtimmende Barometer verfertigt werden können. 184. — Hypotheſen über die Barometerveränderungen von Garcin, 192. Hamberger, 193. Gerſten, 195. Dan. Bernoulli, 196. Segner, 197. le Cat, 198. Kratzenſtein und Toaldo, 199. und de Lüc. 200.

Luftpumpe und Elaſticität der Luft. 200 — 226.

Beſchreibung der Nolletſchen 201. und der Smeatonſchen Luftpumpe. 203. Nollet's und Winkler's Compreſſionsmaſchine. 211. Smeaton's Merkurialzeiger und Birnprobe. 213. Nairne unterſucht die Wirkungen beyder Proben. 216. Wilke giebt eine auf die Eigenſchaften des Dampfs gegründete Einrichtung der Luftpumpe an. 217. — Das Mariotteſche Geſetz beſtätigt Bouguer. Unterſuchungen, wie weit ſich die Luft unter der Luftpumpe verdünnen laſſe, und ob das Mariotteſche Geſetz auch bey der Verdichtung der Luft zutreffe? 218 f.

Vermiſchte Bemerkungen und Erfindungen. 226 — 238.

Unterſuchungen über den Einfluß der Wärme auf die Ausdehnung der Luft. 226 f. Die Entſtehung der Dämpfe

unter der Glocke der Luftpumpe erklärt Nollet. 232. Muſſchenbroek beſtätigt Roberval's Satz: daß die zuſammengedrückte Luft nichts von ihrer Elaſtizität verliere. 235. Unterſuchungen über die Windbüchſen. 236. Galleni's Vorſchlag, ſich in die Luft zu erheben. 237.

Bewegung der Luft. 238 — 246.

Hypotheſen über die Winde von d'Alembert, Wargetin und Muſſchenbroek. 239 f. Anemometer von Ons-en-bray. 242. Schober's und Bouguer's Anemometer. 243. Beſtimmung der Geſchwindigkeit des Windes von Kraft und Muſſchenbroek. 245. Theorie des Windſtoßes gegen ebene Flächen. 246.

Zweytes Kapitel. Meynungen und Entdeckungen in der Lehre von den ſchwingenden Bewegungen ſchallender und klingender Körper. 246 — 270.

Rameau's Syſtem. 247. Euler's Theorie. 249. Gleichſchwebende Temperatur. Strähle's Temperatur berichtigt Funk. 252. Kirnberger's ungleichſchwebende Temperatur. 254. Wie der Flügel auch ohne Monochord gleichſchwebend geſtimmt werden könne. 255. Unterſuchungen über die verſchiedenen Schwingungsarten der Saiten, über den Klang der Stäbe und Streifen, und der Ringe und Glocken. 257. Theorie des Schalls von Muſſchenbroek, 257. v. Mairan, 258. Cramer und Euler. 259. Beſtimmung der Geſchwindigkeit des Schalls. 261. Meldercreuz lehrt, vermittelſt des Schalls die Entfernung eines Orts zu meſſen. 264.

Sprachrohr. 268 — 270.

Lambert's Theorie. 268 f.

Drittes Kapitel. Von den Meynungen und Entdeckungen, welche das Weltgebäude überhaupt betreffen. 270 — 331.

Euler's Urtheil über Newton. 273. Er ſucht dem von Huygens angenommenen Aether Eingang zu verſchaffen, 274. und zeigt mit Boſſüt, daß der Widerſtand des Aethers auf die Bewegung der Planeten Einfluß hat; 275. welches aber de la Lande u. A. beſtreiten. 277.

Sonne.

Sonne. 278 — 290.

Beſtimmung ihrer Parallaxe durch die des Mars, 278. durch die der Venus, und durch Beobachtung des Durchgangs der Venus durch die Sonnenſcheibe. 279. Tafel der vornehmſten Beſtimmungen der Sonnenparallaxe und der Entfernung der Sonne von der Erde. 281. Beſtimmung des Sonnendurchmeſſers, ihrer Oberfläche, ihres körperlichen Inhalts und ihrer anziehenden Kraft. 283. Sonnentafeln. 284. Methoden, die Umdrehung der Sonne um ihre Axe zu beſtimmen. 285. de la Lande beſtimmt die Knoten und die Neigung des Sonnenäquators gegen die Ekliptik, und Caſſini ſchlägt vor, die Stellung der Planeten auf den Sonnenäquator zu beziehen. 286. Hypotheſen über die Natur der Sonnenflecken und der Sonne von Hauſen, de la Lande, Bode, Wilſon und Kratzenſtein, 287. und über das Zodiakallicht von v. Mairan. 288.

Mond. 290 — 303.

Jakob Alexander behauptet, daß der Mond um die Erde laufe. 290. Beſtimmung der Parallaxe des Mondes, ſeiner Entfernung von der Erde, 291. ſeines Durchmeſſers, ſeiner Oberfläche, ſeines körperlichen Inhalts und ſeiner anziehenden Kraft. 292. Die Auflöſung der Aufgabe von drey Körpern trifft beym Monde nicht zu. Euler's Mondstafeln. 293. Beſtimmung der ſeculären Gleichung. 296. Ihre Urſache. 297. Tob. Mayer's Mondstafeln. 298. Hypotheſen über die Oberfläche des Mondes von Wolf und Caſſini. 299. Mayer's Mondkarte. 300. Ob der Mond eine Atmoſphäre habe? 300.

Planeten. 303 — 317.

Beſtimmung der Umlaufszeit der Venus. 303. Ob ſie einen Mond zum Begleiter habe? 304. Wargertin ſchreibt ihr eine Atmoſphäre zu. 306. — Hypotheſen über die Entſtehung des Saturnusringes von Maupertuis und Kant. 307. Kant beſtimmt die Umlaufszeit des Saturns. Saturnilabium. 309. Jovilabium. 310. — Joh. und Dan. Bernoulli erklären die Veränderung der Neigung der Planetenbahnen gegen die Ebene des Sonnenäquators. 311. Beſtimmung der Abnahme der Schieſe der Ekliptik von de Louville, de la Caille und de la Lande. 312. Urſachen dieſer Abnahme. 313. Seculäre und periodiſche Ungleichheiten.

heiten. Die ſeculäre Gleichung des Jupiters beſtimmt Halley. Andere Reſultate finden Euler und le Monnier. 315. Erſte Unterſuchungen der wechſelſeitigen Einwirkungen der Planeten. 316. Wargertin liefert Tafeln für die Jupitersmonde. 317.

Kometen. 317 — 324.

Der von Halley berechnete Komet wird ſchon früher erwartet; aber Clairaut zeigt, daß er ſpäter eintreffen müſſe. 319. Er ſieht auch ſeine Vorherſagung erfüllt. 320. Wargertin erklärt, warum die Beobachtungen dieſes Kometen nicht zur Parabel paſſen wollen. 320. Andere beobachtete Kometen. 321. Wie aus drey Beobachtungen eines Kometen die Elemente ſeiner Bahn gefunden werden können. Die Anzahl der zu unſerm Sonnenſyſtem gehörigen Kometen beſtimmt Lambert. 322. Hypotheſen über ihre Beſchaffenheit und ihre Beſtimmung. 323. Heyn glaubt, daß ein Komet die Erde in Gegenden treiben werde, wo ſie nicht mehr bewohnbar ſey. 324.

Fixſterne. 324 — 331.

Das Vorrücken der Nachtgleichen erklärt d'Alembert. 324. Das Wanken der Erdaxe entdeckt Bradley. Berechnung der durch die Abirrung des Lichts entſtehenden Abweichungen. 325. Euler unterſucht, wie weit der Gang der Planeten und Kometen dadurch verändert wird. 326. Bradley überzeugt ſich, daß die Ungleichheit des Vorrückens der am Kolur der Nachtgleichen ſtehenden Sterne dem Einfluß des Mondes zuzuſchreiben ſey, welches Machin und d'Alembert genauer beſtimmen. 327. Bemerkte eigene Bewegungen an Fixſternen. 328. Gedanken über die Einrichtung des Weltgebäudes von Wright, Kant und Lambert. 329. Meynungen über die veränderlichen Sterne. 331.

Viertes Kapitel. Von den Meynungen und Entdeckungen, welche unſere Erde insbeſondere angehen. 332 — 446.

Geſtalt der Erde. 332 — 347.

Caſſini vertheidigt durch ſeine Gradmeſſung von St. Malo bis Strasburg ſeine Meynung von der ſphäroidiſchen Geſtalt der Erde gegen die Newtonianer. 322. Dieſe ſuchen aber noch andere Gründe für ihre Meynung auf, und

und berufen ſich auch auf die Geſtalt des Jupiters. 333. Merkwürdige Gradmeſſung der Franzoſen am Pol und unter dem Aequator. Reſultate dieſer Meſſungen. 335. Tafel aller bisher gemeſſenen Grade des Mittagskreiſes. 338. Bouguer findet, daß die Erdmeridiane unter ſich nicht gleich ſind, und nimmt mit de la Lande eine Krümmung anderer Art an. 339. Mallet's Tafel der Verhältniſſe des Durchmeſſers zur Axe. Beſtimmung der ellipſoidiſchen Oberfläche, des körperlichen Inhalts und der Abplattung der Erde. 340. Unterſuchungen über das Verhältniß der Schwere an verſchiedenen Orten der Erde. 341. Tafel der gefundenen Pendellängen durch unmittelbare Meſſungen, und durch Vergleichung der Schwingungszahlen. 344. Bouguer's Verſuche. 346.

Oberfläche der Erde. 347 — 380.

Unterſuchungen und Hypotheſen über den Zuſammenhang der Gebürge. 347. Höhentafel der vorzüglichſten Berge. 348. Die dünnere Luft auf hohen Bergen erſchwert nicht das Athemholen. 349. Beobachtungen von Ausbrüchen des Veſuv und des Aetna. Beccaria erklärt ſie. 350. Hypotheſen über die Erdbeben von Stuckeley, Hales, Bina, Isnard und Thomas. 351 f. Merkwürdigkeiten einiger Erdbeben in Weſtnordland vom Jahr 1752. 362. Beccaria's Theorie derſelben. 364. Erklärung des Abfluſſes des mittelländiſchen Meeres vom Grafen v. Büffon und Walz. 366. Unterſuchung und Beſtimmung der Tiefe des Meeres. Vorſchläge, das Meerwaſſer trinkbar zu machen. 370. Ob das Meerwaſſer abnimmt und ſich in Erde verwandelt? 371. Theorie der Ebbe und Fluth von Cavallerie, Dan. Bernoulli, Maclaurin und Euler. 377. Warum die Ebbe und Fluth nach den Nachtgleichen ſtärker iſt als um den Sommerpunkt, zeigt de la Lande. 379.

Atmoſphäre der Erde. 380 — 427.

Ihre Elaſtizität und Höhe beſtimmen J. Caſſini und D. Bernoulli. 381 f. Anwendung von Bernoulli's Regel auf Höhenmeſſungen mit dem Barometer. 389. de Lüc's Einwendungen gegen dieſe Regel. 390. Scheuchzer's Regel und die dagegen gemachten Einwendungen. 391. Andere Meſſungen und Regeln von Celſius, 393. Schober, 394. Horrebow 396. und Bouguer. 398. Tafeln zu barometri-

rometriſchen Höhenmeſſungen. 407. Lambert's Urtheil über Barometerhöhen und ihren Veränderungen, und über die Dichtigkeit der Luft. 409. Fontana wendet die Analyſis auf Höhenmeſſungen an. 412. de Lüc's Regel. 413 f. Die Höhe der Atmoſphäre beſtimmen v. Mairan und de Lüc. 426.

Die Erdkugel als Planet betrachtet. 427 — 440.

Unterſuchungen über die Einwirkung der Sonne auf die verſchiedenen Erdſtriche. Wargertin's Bemerkungen über den Unterſchied des Klima. 427. Mayer's Tafeln für die mittlere Wärme der Oerter. 435. v. Mairan's Unterſuchungen. 437.

Meynungen über die Entſtehung und Bildung der Erde. 440 — 446.

Hypotheſen von Bourguet, Pluche, 440. Krüger, 441. Moro, 442. Maillet, 443. le Cat und v. Büffon. 444.

Zweyter Abſchnitt. Von den Meynungen und Entdeckungen in der beſondern Naturlehre. 447 — V, 992.

Erſtes Kapitel. Meynungen und Entdeckungen in der Lehre vom Lichte. 447 — 842.

Weſen des Lichts. 447 — 463.

Euler beſtreitet das Emanationsſyſtem. 448. Den aus dem Bau der durchſichtigen Körper hergenommenen Einwurf hebt Boscowich. 452. Michell iſt gleicher Meynung. 453. Er berechnet auch die Kraft, mit welcher leuchtende Körper das Licht ausſenden. 455. Das Licht ſoll aus äußerſt feinen Theilchen zuſammengeſetzt ſeyn. v. Segner berechnet die Zwiſchenräume der Lichttheilchen. 456. Die äußerſte Feinheit des Lichts erläutern Melville und Canton. 457. v. Mairan's Verſuche machen die Wirkung des Stoßes der Lichttheilchen zweifelhaft; 459. aber Michell's Verſuch ſoll wirklich den Stoß der Lichttheilchen gegen Körper beweiſen. 460. Daß der Schall nicht durch Wände dringen könne, will Klügel bemerkt haben. 462.

Brechung des Lichts, nebſt Beobachtungen über die brechende Kraft verſchiedener Körper. 463 — 474.

Hypotheſen über die Brechung des Lichts von v. Maupertuis, v. Mairan und Euler. 463. Clairaut berechnet die

die Curve, die der ankommende Lichtſtrahl beſchreibt, und Smith behauptet, daß das Licht bey der Brechung in ein dichteres Mittel keinen Widerſtand leidet. 465. Euler's Beobachtungen über die brechende Kraft verſchiedener durchſichtiger Materien. 466. Die Brechung des Glaſes beſtimmt der Dûc de Chaulnes nach einer andern Methode. 473.

Strahlenbrechung durch die Atmoſphäre und Blinkern der Fixſterne. 474 — 486.

Beſtimmung und Berechnung der Strahlenbrechung durch die Atmoſphäre von Simpſon, Tob. Mayer und de la Caille, Euler und Bradley. 475 f. de la Lande's Refractionstafel. 477. Wie viel die Refraction die Tageslänge vergrößert, berechnet Käſtner, und welchen Einfluß ſie auf geometriſche Höhenmeſſungen hat, zeigen Mayer und Lambert. 478. Nettleton bemerkt eine Veränderlichkeit der brechenden Kraft der Atmoſphäre. 481. — Das Blinkern der Fixſterne erklären die Pariſer Akademiker, Muſſchenbroek und Michell. 482. Eine Erſcheinung an der Venus bey ihrem Durchgange durch die Sonne erklärt Lambert. 484. Klügel's Meynung über das Blinkern der Sterne. 485.

Verſchiedene Zerſtreuung der Lichtſtrahlen, wie ſie von ihrer verſchiedenen Brechbarkeit nicht abhängt. 486 — 519.

Newton's Meynung von der Farbenzerſtreuung. 487. Euler's Vorſchlag, ſie zu vermeiden. 488. Theorie der Strahlenbrechung von Newton, 489. Euler 491. und Klingenſtierna. 492. Dollond wendet ſeine Entdeckungen auf die Verbeſſerung der Fernröhre an. 504. Clairaut's Theorie der Ferngläſer. 507. d'Alembert's Unterſuchungen. 509. Warum dieſe Theorien der Erfahrung entgegen ſind, zeigt Beguelin. 510. Euler überzeugt ſich von der Richtigkeit der Dollondſchen Entdeckungen, 512. und giebt Regeln zur Verfertigung der achromatiſchen Fernröhre. 514. Zeiher's Verbeſſerungen der Glasmaſſe. Euler giebt Vorſchriften, die mittlern und äußern Brechungen verſchiedener Glasarten zu finden. 515. Seine Dioptrik. Dollond verbeſſert das Fernrohr. 516. Der Dûc de Chaulnes beſtimmt die Größe der Farbenzerſtreuung, und erfindet eine Methode, die Größe der Krümmung der Gläſer zu meſſen. 517. Boſcowich's Vitrometer. 518.

Farben,

Farben, und hieher gehörige Beobachtungen. 519 — 556.

Euler's Theorie 519. widerlegt Melville. 521. Farbenclaviere. 522. Hartley's Gedanken über die Analogie der Farben mit den Tönen. 523. Daß bey der Newtonſchen Abtheilung viel willkührliches ſtatt finde, bemerkt Lambert. 527. Verſuche über die farbigen Ringe an dünnen Blättchen von Mezéas, 528. dû Tour 535. und Muſſchenbroek; 536. und über die Farben dicker Scheiben vom Dûc de Chaulnes. 539. Melville's Beobachtungen über die durch das Licht anderer leuchtenden Körper, als der Sonne, hervorgebrachten Farben. 543. Muſſchenbroek's Bemerkungen über die durch Vermiſchung verſchiedener Liquore entſtehenden Farben. 547. Tinktur von dem Lichen canarienſis. 550. Hellot's Rezepte zu ſympathetiſchen Dinten. 551. Farbenſyſteme. 552. Lambert's Unterſuchungen über die Stärke der Grundfarben. 555. Calau's Verdienſte. 556.

Beobachtungen und Entdeckungen, welche die Zurückwerfung des Lichts angehen. 556 — 608.

Verſuche über den Verluſt, welchen das Licht durch die Zurückwerfung und beym Durchgange erleidet, von v. Büffon 557. und Bouguer. 559 f. Muſſchenbroek zeigt, daß die Entfernung, in der man Gegenſtände noch ſehen kann, mit von der Durchſichtigkeit des zwiſchenliegenden Mittels abhange. 582. Seine Verſuche über die Kraft verſchiedentlich gefärbter Mittel, das Licht zu verſchlucken. 583. Prieſtley's Verſuche mit Phosphor. 585. Lambert's Photometrie. 586 f.

Beugung des Lichts. 608 — 615.

v. Mairan's Hypotheſe. Verſuche von dû Tour, 608. le Cat 612. und Klügel. 614.

Vergleichung der Stärke des Lichts. 615 — 622.

Von Celſius, deſſen Methode Bouguer tadelt. 615. Bouguer's Vorrichtung. 616. Beſtimmung der Lichtmenge, die uns der Mond durch Zurückwerfung zuſendet, von Smith und Lambert. 621.

Einige Erſcheinungen, welche durch die Zurückwerfung des Lichts verurſacht werden. 622 — 629.

Unterſuchungen über die durch zurückgeworfenes Licht hervorgebrachte Wärme von Melville, 622. Nollet und

Beaumé. 626. Melville entdeckt, daß Körper, welche ſich zu berühren ſcheinen, ſich nicht immer wirklich berühren. 627. Funk beobachtet, daß es in einem tiefen Schachte an heitern Tagen finſterer iſt, als an trüben Tagen. 629.

Unterſuchungen und Bemerkungen, welche das Sehen betreffen. 629 — 740.

Petit zergliedert das Auge. 629. Warum die kryſtallene Feuchtigkeit in der Mitte am dichteſten iſt, giebt Porterfield an. 630. Daß die Kryſtalllinſe bey zunehmendem Alter ihre Farbe ändert, beobachtet Petit. Er und Leeuwenhoek finden an einer trocken gewordenen Kryſtalllinſe concentriſche Blättchen. 631. Unterſuchungen über die Linſe und ihrer Kapſel. 632. Petit's Abmeſſungen des menſchlichen Auges. 633. Beſchreibung des menſchlichen Auges. Beylegung des Streits über den Sitz des Sehens durch le Cat. 634. Bernoulli's Verſuch zur Beſtimmung der Größe und Lage des unempfindlichen Flecks im Auge. 636. Michell hält die Aderhaut für den eigentlichen Sitz des Sehens. 637. Daß es die Netzhaut ſey, ſcheinen anatomiſche Beſchreibungen zu beſtätigen, woran zwar v. Haller zweifelt, aber Zinn einen nicht unwichtigen Grund dafür anführt. 640. Porterfield's und v. Haller's Meynungen. 641. Beobachtungen über die zufälligen Farben von v. Büffon, 643. Aepinus, 644. de la Hire und Prieſtley. 645. D'Arcy beſtimmt, wie lange der Eindruck des Lichts auf das Auge unter verſchiedenen Umſtänden dauert. 646. Hypotheſen über die Erweiterung und Verengerung der Pupille bey einfallendem ſchwachen oder ſtarken Lichte von Hartley, Whytt, Weitbrecht, v. Haller und Lambert. 648 f. le Roi vertheidigt de la Hire's Meynung über die Fähigkeit des Auges, Gegenſtände auch in ungleichen Entfernungen deutlich zu ſehen; 652. aber Porterfield zeigt durch Verſuche, daß unſer Auge das Vermögen beſitze, ſich zu verändern und ſich zum deutlichen Sehen in verſchiedenen Entfernungen geſchickt zu machen. 653. Jurin's Hypotheſe, wie man entfernte Objekte noch deutlich ſehen könne. 661. v. Haller's Meynung. 662. Jurin beſtimmt den Weg, den die Strahlen durch das Auge nehmen. 663. Daß die Veränderung in der Einrichtung des Auges von der Corona ciliaris verurſacht werde, nimmt Muſſchenbroek an. 666. Bemerkungen über die von Gewohnheit

und Alter abhängige Veränderung des deutlichen Sehens von Jurin. 667. Warum wir mit beyden Augen die Gegenſtände nur einfach ſehen, erklären Brigg, Porterfield, 670. Reid, Jurin, 672. dû Tour 674. und Halley 676. Einen Geſichtsbetrug, welcher von dem Gebrauch beyder Augen entſteht, beobachtet Smith. 677. Einen ähnlichen beſchreibt Jurin, und eine Erſcheinung, bey welcher ſich die Wirkung des einen Auges auf das andere zeigt, erzählt Aepinus. 679. Jurin's Unterſuchungen über das deutliche und undeutliche Sehen. 681 f. Einige Erſcheinungen, welche das deutliche und undeutliche Sehen betreffen, erklären de la Motte and Michell. 691. Die von Barrow bemerkten Schwierigkeiten bey Beſtimmung der ſcheinbaren Stelle der Gegenſtände ſucht Berkley zu heben, wogegen Smith Erinnerungen macht, 694. dem aber Robins und Montûcla widerſprechen. 696. Die Barrowſche Regel erläutert Bouguer. 698. Kraft vertheidigt Barrow's Grundſatz von dem Orte eines durch Zurückſtrahlung geſehenen Bildes. 699. Porterfield's Ideen über die ſcheinbare Entfernung der Gegenſtände. 700 f. Welche Linien zwey Reihen Bäume beſchreiben müſſen, um ſcheinbar parallel zu bleiben, unterſuchen Bouguer, Tacquet und Varignon. 705. Bouguer's Unterſuchungen über die ſcheinbare Entfernung der Gegenſtände. 706. Porterfield's Sätze über die ſcheinbare Bewegung. 710. Ob ein Blindgeborner, der durch das Gefühl einen Würfel und eine Kugel von einander unterſcheiden gelernt hat, beyde durch den bloßen Anblick unterſcheiden würde, wenn er ſein Geſicht erhielte? 713. Cheſelden's Verſuch mit einem operirten Blindgebornen. 714. Die Erſcheinung, daß ein gegen ein Licht gehaltener undurchſichtiger Körper einem andern ihm genäherten entgegen zu kommen ſcheint, erklärt Melville. 717. Das erhabene Gepräge auf Münzen ꝛc. erſcheint, durch Gläſer betrachtet, oft vertieft. 719. In einer zum Theil mit Waſſer gefüllten Flaſche vor einem Hohlſpiegel gehalten erſcheint der volle Theil leer, der leere voll. 720. Verwandlung der ſchwarzen Farbe in Scharlach 721. Erklärung der ſcheinbaren Geſtalt des Mondes in verſchiedenen Höhen. 722. Smith's Erklärung dieſer und anderer ähnlichen Erſcheinungen. 726. Klügel's Einwendungen dagegen. 731. Das Schielen unterſuchen und erklären Jurin, 733. v. Büffon, 734. Reid und Halley. 738.

Erfindungen und Verbeſſerung optiſcher Werkzeuge. 740 — 768.

Verbeſſerung des Fernrohrs durch Dollond. 740. Formeln über die Verbindungen der Linſen. Lambert zeigt, wie man die Farbenſpiegelung vermeiden könne, ohne zweyerley Glasarten zu nehmen. 743. Nachtfernröhre oder Katzenaugen. 744. — Short verbeſſert die Spiegelteleſkope. 745. Sein Aequatorial-Teleſkop. 748. Aepinus Vorſchlag. 749. — Verbeſſerung des Mikroſkops von Baker und Smith. 749. Lieberkühn erfindet das Sonnenmikroſkop und das Mikroſkop zu undurchſichtigen Gegenſtänden. 751. Verbeſſerungen deſſelben. 763. Die kleinſten Kügelchen verfertigt di Torre. 755. Euler ſchlägt vor, den Mikroſkopen ſechs Gläſer zu geben. 756. Merklin's Vorſchlag zur Verbeſſerung der Glasmaſſe. 756. — Caſſini's aſtronomiſches Netz verbeſſert Bradley und v. Segner. Die Größe kleiner Gegenſtände zu ſchätzen, lehrt Jurin. 757. Mikrometer mit zwey Objectivgläſern. 758. Andere Vorſchläge zu Mikrometern. 760. — v. Büffon's Verſuche mit ſeinem aus mehreren kleinen Planſpiegeln zuſammengeſetzten Brennſpiegel. 761. Höſe's paraboliſche Brennſpiegel. 765. Zeiher verfertigt wohlfeile Brennſpiegel. Verſuche, das Verhältniß der Hitze in verſchiedenen Entfernungen vom Brennpunkte der Hohlſpiegel zu erforſchen. Martin's graphical Perſpective. 766. Lambert's Erleuchtungsröhre. 767.

Licht der leuchtenden Körper. 769 — 801.

Den Bononiſchen Stein unterſuchen Galeati und Zanotti. 769. Dü Fay entdeckt die Eigenſchaft, zu leuchten, an allen Körpern, welche ſich in Kalk verwandeln laſſen, und an mehreren andern Körpern. 770. Beccari's Entdeckungen. 772. Marggraf's Verſuche. 774. Canton erfindet einen neuen Phosphor. 775. Beccari bemerkt, daß das im Diamant enthaltene Licht durch die Hitze ausgetrieben werde. 778. Daſſelbe bemerken auch Marggraf und Canton am Phosphor. 779. Canton's Verſuche. 780. Beobachtungen über den Einfluß des Lichts auf die Veränderung der Farbe und den innern Bau einiger Körper. 783. Unterſuchungen über das Leuchten der Pholaden. 788. Martin's Verſuche über das Leuchten der Seefiſche. 791. Unterſuchungen über das Leuchten des Meeres von Nollet, le Roi und Canton. 792. Irrlichter beobachten Derham, Beccari und Shaw. 797 f.

Eigen-

Eigenſchaften des Isländiſchen Kryſtalls oder des Doppelſpaths. 801 — 806.

Beccaria's und Martin's Beobachtungen. 801 f.

Regenbogen, Höfe und Nebenſonnen. 806 — 817.

Merkwürdige Regenbogen. 806 f. Höfe. 810. Nebenſonnen. 813. Nebenmonde. 815.

Bemerkungen von den blauen Schatten der Körper, der blauen Farbe des Himmels, der rothen Farbe der Wolken des Morgens und des Abends, und der Dämmerung. 817 — 832.

Hypotheſen über die blaue Farbe des Himmels, über die blauen Schatten der Körper vom Grafen v. Büffon, u. A. 807. und Beguelin; 821. und über die verſchiedenen Farben der Wolken von Melville. 826. Höhe der Dämmerung. 829. Die Tage der kürzeſten Dämmerung zu finden. 830. Gegendämmerung. 830. Den Dämmerungskreis berechnet Lambert. 832.

Vermiſchte Bemerkungen und Entdeckungen. 832 — 842.

Bouguer findet, daß von erhabenen und hohlen Oberflächen zu gleicher Zeit zwey Bilder gemacht werden. 832. Erweiterungen des mathematiſchen Theils der Optik. 834. v. Mairan erfindet die Brechungslinie, und Kurdwanowsky die Courbes à la lumiere. 835. Smith lehrt, die ſcheinbare Geſtalt, Lage, Größe und Entfernung großer Gegenſtände zu beſtimmen. 835. Unterſuchungen, ob die verſchieden gefärbten Strahlen mit verſchiedenen Geſchwindigkeiten von dem leuchtenden Körper ausfahren, von Melville, Courtivron und Michell. 839 f. Clairaut unterſucht, ob die Verſchiedenheit der Brechbarkeit von der Verſchiedenheit der Geſchwindigkeit der Lichtſtrahlen herrühre? 841. Muſſchenbroek's Urtheil. 842.

Fünfter Band.

Zweytes Kapitel. Meynungen und Entdeckungen in der Lehre von der Wärme. 1 — 86.

Weſen der Wärme. 1 — 5.

Hypotheſen von Nollet, Euler und Boerhaave. 1 f.

Ther-

Thermometer, Pyrometer, nebſt der freyen, fühlbaren oder thermometriſchen Wärme. 5 — 56.

Reaumür's Weingeiſtthermometer. 5. Vergleichung dieſes mit dem Queckſilberthermometer. 8 f. de l'Isle's Queckſilberthermometer. 11. Vorzügliche in England gebrauchte Weingeiſtthermometer. 13. du Creſt's Weingeiſtthermometer. 14. Verbeſſerungen der Skalen des Queckſilberthermometers von Chriſtin, Celſius und de Lüc. 15. de Lüc zeigt die Vortheile des Queckſilberthermometers; 17. zum gemeinen Gebrauch für Witterungsbeobachtungen empfiehlt er aber auch das Weingeiſtthermometer. 24. Unterſuchungen über das Sieden des Waſſers, um den Siedpunkt zu beſtimmen. 25. de Lüc erforſcht das Geſetz, nach welchem bey vermehrtem oder vermindertem Druck der Atmoſphäre der zum Sieden des Waſſers nöthige Wärmegrad zu: oder abnimmt. 27. Beſtimmung des Froſtpunkts. 32. Vergleichungstafeln der Skalen. Verbeſſerungen des Luftthermometers von Hermann, Dan. Bernoulli, 33. v. Segner und Lambert. 35. — Erfindung des Pyrometers. 37. Verbeſſerungen und Abänderungen deſſelben von Muſſchenbroek, Ellicott, Bouguer, Smeaton, Nollet und v. Herbert. 38 f. Reſultate der damit angeſtellten Verſuche. 42. Metallthermometer von Mortimer, Ingram, Frotheringham, Graf Löſer u. A. 44. — Die Geſetze der freyen oder fühlbaren Wärmematerie entwickeln Boerhaave und Richmann. 46 Richmann's Unterſuchungen über die Temperatur der Miſchungen gleichartiger Maſſen. 48. Hamberger glaubt, daß glühendes Eiſen in freyer Luft ſchneller erkalte, als im luftleeren Raum. Verſuche über das Auffangen der freyen Wärme durch Spiegel. 50. Hypotheſen über die Entſtehung der Kälte. Verſuche, eine künſtliche Kälte zu erregen. 51. Braun entdeckt, daß das Queckſilber gefrieren könne, 52. und v. Mairan: daß die Ausdünſtung Kälte erzeugt. 53. Erklärung dieſer Erſcheinung. 54.

Wirkung der Wärme. 56 — 75.

Verſuche über die durch die Wärme verurſachte Ausdehnung des Queckſilbers, des Eiſens, Spießglanzes, Schwefels und des Holzes. 57. Hypotheſen über das Aufſteigen der Dünſte von Muſſchenbroek, 61. Deſaguliers, Bouillet, 62. Wallerius, 63. Kratzenſtein und Hamberger. 65.

65. Verſuche über das Aufſteigen der Dünſte von Wallerius 67. und le Roi. 71.

Wirkung eingeſchloſſener Dämpfe. 75 — 80.

Watt und Boulton verbeſſern die Dampfmaſchinen. 75.

Thieriſche Wärme. 81 — 86.

Erklärung des Urſprungs derſelben aus chemiſchen Principien von Mortimer, Hamberger und Stevenſon, 81. aus mechaniſchen Principien von Boerhaave und Martine. 82. Daß ſie ihren Sitz in der Lunge habe, oder aus dem Reiben der feſten Theile gegen einander entſtehe, beſtreitet Stevenſon. 83. Andere Hypotheſen von Douglas, Caverhill, Cullen u. A. 84. Daß das Blut durch die eingeathmete Luft abgekühlt werde, widerlegt v. Haller. 85.

Drittes Kapitel. Beobachtungen und Entdeckungen in der Lehre von den Gasarten. 86 — 235.

Verſuche über die bey aufbrauſenden Flüſſigkeiten ſich entwickelnden Gasarten von Hales 87. und Boerhaave. 94. Unterſuchung der entzündlichen Schwaden in Gruben. 98. Maud ahmt dieſe Luft nach. 100. Dü Hamel's Beobachtungen beym Brennen und Löſchen des Kalks. 101. Erſte Wahrnehmungen der Stickluft. 103. Morogues Betrachtungen über die Verderbniß der Luft in Schiffen. 104. Unterſuchungen über das in Sauerbrunnen enthaltene Gas. 106. Dü Tour's Unterſuchungen. 108 f. Beobachtung einer aus einem Brunnen emporſteigenden Stickluft. 113. Black entdeckt die fixe Luft. 114. Des Grafen v. Saluces Verſuche über die im Schießpulver enthaltene Luft. 118. Laghi's Beobachtungen der eingeſchloſſenen Luft, worin Thiere athmen. 120. le Roi's Verſuche über die in Mineralwaſſern enthaltene Luft. 124. Cigna's Unterſuchungen über die Urſache der Verlöſchung der Flamme und des Todes der Thiere in eingeſchloſſener Luft. 129. Bericht von den entzündlichen Dämpfen der Steinkohlengrube zu Briançon. 152. Clayton erhält aus Steinkohlen einen entzündlichen Geiſt. 153. Nachricht von einem entzündlichen Bache. 154. Macbride's Verſuche über die fixe Luft. 155. Brownrigg unterſucht das Spaawaſſer. 161. de Machy's Verſuche

ſuche über einige der Luft zugeſchriebene Eigenſchaften. 165 f. Cavendiſh vertheidigt Black's Lehre von der fixen Luft. 185. Dieſe Lehre beſtreitet F. Meyer; 187. er wird aber von Jacquin widerlegt. 191. Verſuche von Cranz, der Black's Lehre angreift. 195. de Smeth's Unterſuchungen. 205 f.

Ventilator. 220 — 235.

Erfindung deſſelben. 220. Wargertin's Urtheil darüber. 222. Anwendung deſſelben auf Schiffen. 224. Ventura's Ventilator. 226. Seine Aeripile. 229. Wilke's Vorſchlag, die Luft zu reinigen. 232.

Viertes Kapitel. Entdeckungen und Beobachtungen in der Lehre vom Feuer. 235 — 259.

Weſen des Feuers. 235 — 245.

Hypotheſen von Caſtel, 235. Nieuwentyt, 237. Nollet, 238. Boerhaave, Macquer, 240. Meyer 242. und Pott. Nollet erklärt die kegelförmige Geſtalt der Flamme. 243. Stahl bemerkt, daß die Flamme wäſſerige Theile enthält. Preisſchriften über die Natur und Fortpflanzung des Feuers. 244.

Beobachtungen bey der Erzeugung des Feuers und der Verbrennung der Körper. 245 — 253.

Die durch Schlagen mit Stahl und Stein entſtehenden Funken unterſucht Kemp de Kerkwyk, deſſen Probleme Reaumür auflößt. 246. Selbſtentzündung verſchiedener unter einander gemiſchten Materien. Geoffroy bringt zuerſt eine Entzündung von Terpentinöl mit Säuren zu Stande. 251. Andere Miſchungen. Erklärung der großen Gewalt des Schießpulvers. 252.

Sternſchnuppen und Feuerkugeln. 253 — 259.

Sternſchnuppen beobachten und erklären Kraft, Muſſchenbroek und Beccaria. 253. — Beobachtungen von Feuerkugeln. 255. Hypotheſen über ihre Entſtehung von Muſſchenbroek, Beccaria, Hartmann, Bergmann u. A. 257.

Fünftes Kapitel. Entdeckungen und Beobachtungen in der Lehre vom Waſſer. 259 — 393.

Bemerkungen über die Natur des Waſſers. 259 — 277.

Verſuche über die Verwandlung des Waſſers in Erde. 259. Le Roi zeigt, daß die meiſten dieſer Verſuche die

Verwandlung des Waſſers in Erde nicht beweiſen. 264. Die Elaſtizität des Waſſers will Bellogradi zwar behaupten; aber Spallanzani zeigt das Gegentheil. 265. Verſuche über die Elaſtizität des Waſſers. 267 f. Meynungen über das Weſen der Flüſſigkeit des Waſſers. 276.

Gewicht des Waſſers. 277 — 279.

Sein ſpecifiſches Gewicht beſtimmen Wolf, Muſſchenbroek und Lulofs. 277 f.

Eis. 279 — 301.

Daß ruhiges Waſſer einen höhern Grad der Kälte als den Froſtpunkt annehmen könne, ohne zu gefrieren, wird durch Verſuche beſtätigt. 280. Wilke's Verſuche über das Gefrieren. 281. Beſchreibung des Krafeiſes. 293. Meynungen über die Entſtehung des Grundeiſes von Hales und Nollet. 294. Verſuche über die Ausdünſtung des Eiſes von Wallerius und Baron. 295. Ein Beyſpiel von der beträchtlichen Feſtigkeit des Eiſes. 299. Hypotheſen über die Urſache der Kälte von Muſſchenbroek und Winkler. 300.

Hygrometer, Atmometer und Hyetometer. 301 — 342.

Hygroſkope erfinden und beſchreiben: Cheſeaux, 302. Ferguſon, 303. Titius, 304. Lambert, 309. Smeaton 327. und Lowitz. 328. — Atmometer: Muſſchenbroek, Richmann, 337. Wallerius 338. und Lambert. 339. Ein eigenes Werkzeug zur Beſtimmung der Größe der Ausdünſtung für einen kleinern Zeitraum beſchreibt Richmann. 339. — Hyetometer beſchreiben Pickering und Leche. 340 f.

Wäſſerige Meteore. 343 — 355.

Muſſchenbroek beſchreibt die Eigenſchaften des Regens. 343. Anzahl der jährlichen Regentage an verſchiedenen Orten. 344. Hales ſchätzt die Menge des Thaues. Beſtimmung der Menge des herabgefallenen Regenwaſſers in verſchiedenen Ländern. 345. Theorie des Regens von Nollet, 350. Beccaria, 351. Muſſchenbroek, 352. Bertholon de St. Lazare 354. und le Roi. 355.

Vermiſchte Bemerkungen in Anſehung der wäſſerigen Meteore. 355 — 393.

Verſuche, den Urſprung des Thaus zu erforſchen. 355 f. Ob man aus dem Thau ein allgemeines Auflöſungsmittel ziehen könne? 366. Beſchreibungen und Abbildun-

bildungen der Geſtalten des Schnees. Wilke's Verſuche. 367 f. Waſſerhoſen und Wetterwirbel. 389. Meynungen über ihre Entſtehung von Muſſchenbroek, Beccaria und Wilke. 391.

Sechſtes Kapitel. Meynungen und Entdeckungen ſolcher Erſcheinungen, welche von den von ſelbſt erfolgenden Miſchungsveränderungen organiſcher Körper abhangen. 393 — 432.

Hales Urtheil über die Gährung. 393. Pringle's Verſuche über die ſeptiſchen und antiſeptiſchen Mittel. 394. Wiederholung dieſer Verſuche von Shaw und Macbride. 399. Wie der Uebergang der vegetabiliſchen Subſtanzen in thieriſche geſchieht? 400. Wiegleb's Theorie der Gährung. 400 f.

Siebentes Kapitel. Meynungen und Entdeckungen in der Lehre von der Elektrizität. 432 — 903.

Verſuche mit Körpern, welche die Elektricität beweiſen, nebſt verſchiedenen Bemerkungen über die Elektrizität. 432 — 476.

Verſuche von Gray, 433. Wheler, 437. und du Fay, der beyde Arten von Elektrizität entdeckt. 451 f. Er bemüht ſich, verdichtete Luft elektriſch zu machen, bemerkt, daß elektriſche Subſtanzen den Thau anziehen, und entdeckt, daß alle Diamanten durchs Reiben elektriſch werden. 458. Verſuche über die zurückſtoßende Kraft der Elektricität. 459. Urſprung der metalliſchen Leiter. Gray's und Wheler's fernere Entdeckungen. 461. f. Deſaguliers Verſuche. 470.

Erfindungen in Anſehung der elektriſchen Geräthſchaft, nebſt ferneren Verſuchen in der Lehre von der Elektrizität vor Erfindung der Leidner Flaſche. 476 — 490.

Erfindung der Elektriſirmaſchine. 476. Veränderungen und Verbeſſerungen derſelben. 478. Verſuche damit von Gordon und Waitz. 479. Entzündung brennbarer Subſtanzen durch den elektriſchen Funken. Maſchine, um im luftleeren Raum Elektrizität zu erregen. 481. Beweiſe, daß das leuchtende Barometer durch die Bewegung des Queckſilbers elektriſch werde. 482. Ob das Gewicht der Körper durch die Elektrizität verändert wird? Gordon erfindet den elektriſchen Stern. Verſuche, wie weit das elektriſche Licht wirkt. 483. Krüger entdeckt die durch

den elektriſchen Funken bewirkte Farbenveränderung der Körper. 484. Wiederholung der Verſuche über das Entzünden brennbarer Subſtanzen durch den elektriſchen Funken von Miles. Watſon's Entdeckungen. 485 f. dü Tour entdeckt, daß die Flamme die Elektrizität zerſtört. 489.

Entdeckung der Leydenſchen Flaſche nebſt ferneren Fortſchritten in der Lehre von der Elektrizität bis auf Franklin. 490 — 562.

v. Kleiſt erfindet die Leydner Flaſche. 492. Verſuche damit. 493 f. Verſtärkung ihrer Erſchütterung. 494. Die Eigenſchaften der verſtärkten Elektrizität zu unterſuchen, ohne die Geſundheit des Unterſuchers in Gefahr zu ſetzen. 497. Bey einem Verſuch mit heißem Waſſer zerbricht die Phiole. Watſon's Erweiterungen dieſer Entdeckung. 499. Wilſon's Verſuche, um das Geſetz der Anhäufung der elektriſchen Materie in der Leydenſchen Flaſche zu entdecken. 506. Graham zeigt, wie verſchiedene Kreiſe zur Entladung der Leydenſchen Flaſche zugleich gezogen werden können, und Canton entdeckt, daß, wenn eine geladene Phiole auf elektriſche Körper geſtellt wird, der Drath und der Ueberzug wechſelsweiſe Funken von ſich geben. 509. Nollet's Verſuche mit der Phiole. 510. Le Monnier entdeckt, daß die Leydenſche Flaſche ihre Elektrizität lange nach ihrer Ladung behält. 511. Nollet's Verſuche über die Wirkung des Schlags. Die Phiole kann nicht geladen werden, wenn ſie auf Glas ſtehet. 512. Große Verſuche der franzöſiſchen Naturforſcher. 513. Le Monnier ſucht die Geſchwindigkeit der elektriſchen Materie zu beſtimmen. 514. Merkwürdige Verſuche von Watſon und ſeinen Gehülfen. 515 f. Entdeckung, daß die Elektrizität den Körpern von einerley Art im Verhältniß ihrer Oberflächen mitgetheilt werde, und daß die elektriſche Flüſſigkeit aus der Erde und andern um das Geräthe befindlichen unelektriſchen Körpern komme. 527. Andere Entdeckungen machen Smeaton, Miles und Wilſon. 529. Nollet's Entdeckungen. 531. Boulanger ſucht den Grad zu beſtimmen, in welchem verſchiedene Subſtanzen ſich durch Reiben elektriſch machen laſſen. 535. Erregung der Elektrizität in verſchiedenen Subſtanzen und Thieren. 537. Verſtärkung der Elektrizität. 539 f. Vorrichtungen, die Stärke der Elektricität zu beſtimmen. 542. Nollet's Unterſuchungen der Wirkung der Elektricität auf thieriſche und andere Stoffe. 543.

543. Falſche Behauptung, daß ſtark riechende Subſtanzen durch Gläſer hindurch duften, die durch Reiben elektriſch gemacht ſind. 553. Boſe beſchreibt ſeine Beatification. 559. Er will die Pole eines Magneren umgekehrt und ſeine Kraft zerſtört haben. Hales verſichert, den elektriſchen Funken von verſchiedeuer Farbe geſehen, und durch denſelben den Rock eines Menſchen entzündet zn haben. 561.

Verſuche und Entdeckungen des Herrn Franklin und ſeiner Zeitgenoſſen in der Lehre der Elektrizität. 562 — 798.

Franklin entdeckt, daß die elektriſche Materie aus benachbarten unelektriſchen Körpern durch das Reiben geſammelt wird. 563. Seine Verſuche über das Laden und Entladen der Leydner Flaſche. 564 f. Er zeigt, warum eine inwendig feucht gemachte Röhre keine Funken giebt, und erklärt die Wirkungen eines elektriſchen Körpers auf Körper im luftleeren Ruum. 569. Er vereinigt die Kraft mehrerer Glasſcheiben, entladet ſie alle auf einmahl, und findet, daß die erſchütternde Kraft in dem Glaſe ſelbſt liegt. 570. Auch entdeckt er, daß verſchiedene Subſtanzen zwar die Elektrizität abzuleiten fähig ſind, dennoch aber den Schlag von einer Phiole nicht leiten wollten. 572. Er entdeckt die Aehnlichkeit zwiſchen dem elektriſchen Funken und dem Blitze. 573. Entdeckung der Wirkung ſpitziger Körper. 576. Franklin's Bemerkungen über den Blitz. 579. Er erfindet ein Mittel, die Elektrizität vom Himmel herabzubringen, 583. und giebt Vorſchläge, Gebäude gegen das Einſchlagen des Blitzes zu ſichern. 587. Seine Vorſtellung von Gewitterwolken. 588. — Verſuche in Frankreich. Dalibard's Apparat, den Blitz vom Himmel herabzubringen. 589. Dieſem Apparat wird noch ein ſo genanntes Magazin hinzugefügt. 591. — Verſuche in England. 591. Ob das durch den Blitz bewirkte Schmelzen der Metalle ein kaltes Schmelzen ſey, unterſuchen Knight und Kinnersley. 596 f. — Verſuche in Italien. Beccaria wiederholt Franklin's Verſuche. 601 f. Lullin's Verſuch, die Entſtehung der Elektricität in den Wolken betreffend. 613. Beccaria bemerkt den Einfluß des Blitzes auf die Magnetnadel, hält den Nordſchein für die elektriſche Materie und erklärt die Entſtehung der Donnerkeile. 614. — Die größte Quantität elektriſcher Materie leitet de Romas herab. 615. Zu ſolchen Verſuchen empfiehlt

Nollet Vorſicht. 618. Richmann wird ein Opfer eines herabgelockten Blitzes. 620. Franklin zeigt, daß ein elektriſirter Körper von einer elektriſchen Atmoſphäre umgeben ſey, und ſucht ſie ſichtbar darzuſtellen. 622. Kinnersley entdeckt die entgegengeſetzten Elektricitäten des Glaſes und Schwefels wieder, welches Franklin durch Verſuche beſtätigt. 628. Verbeſſerungen der Elektriſirmaſchine. 630. Methoden, die Elektrizität zu verſtärken. 636. Die Elektricität durch andere Subſtanzen, als Glas, zu erregen. 637. Die negative Elektrizität zu erregen. 638. Verſtärkung der Wirkung der Glaskugeln. 639. Nollet's Bemerkungen über das dazu anwendende Glas. 640. — Das Elektrometer verbeſſern le Roy und d'Arcy, Lane und Sigaud de la Fond. 643. Entdeckung, daß die Elektrizität der Luft mitgetheilt werden könne. 644. Beccaria's Verſuche, die Leitungsunfähigkeit des Waſſers und des Oels zu zeigen. 650. Er unterſucht die Wirkung der Elektrizität auf Waſſer, getödtete Vögel, Blätter, leichte Körper und hanfene Schnüre, 651. und verſucht die elektriſche Atmoſphäre ſichtbar darzuſtellen. 654. Ob der Dampf elektriſch ſey? 655. Kinnersley's elektriſches Luftthermometer. 656. Waſſer und Eis leiten den elektriſchen Schlag nicht ab. 658. Prieſtley's Unterſuchungen über die Leitungsfähigkeit des Eiſes, des Glaſes, des Holzes und der Kohle, der Lichtflamme, des Oels, der Salze, der Steine, Erze und der flüſſigen Subſtanzen. 661 f. — Daß die poſitive und negative Elektrizität bloß von dem Reibzeuge und der Oberfläche des Glaſes abhange, behauptet Canton. 669. Wilſon widerlegt dieſe Verſuche, und zeigt, daß eine ſtärkere Elektrizität von einer geringern hervorgebracht werden könne. 672. Bergmann's Verſuche mit ſeidenen Bändern und Glasſcheiben. 677. Verſuche über die Entſtehung der freywilligen Elektrizität und über das Reiben mancherley Subſtanzen von Wilke und Aepinus. 685 f. De la Vals bemerkt, daß es nur zwey chemiſche Grundſtoffe: Erde und Schwefel, gebe, wovon jeder eine verſchiedene Art von Elektrizität beſitzt. 693. Seine Verſuche, dieß zu beweiſen. 694. Canton erklärt ſie nach ſeiner Theorie. 696. Für ſeine Behauptung, daß gewiſſe Körper beſondere Grade der Hitze erfordern, einen Körper elektriſch zu machen, ohne daß es auf Feuchtigkeit ankomme, führt de la Vals den Isländiſchen Kryſtall an, 699. welches

ches Canton auch nach ſeiner Theorie erklärt. Bergmann wiederholt dieſe Verſuche mit dem Isländiſchen Kryſtall. 701. Entdeckung, daß die beyden Arten der Elektrizität von einander nicht unabhängig, ſondern beſtändig zugleich vorhanden ſind. 702 f. Cigna's Verſuche zur Beſtätigung dieſer Meynung. 716. Entdeckung, daß die in elektriſche Atmoſphären gebrachten Körper eine Elektrizität bekommen, welche der Elektrizität desjenigen Körpers entgegengeſetzt iſt, in deſſen Atmoſphäre ſie verſenkt werden. 726. Entſcheidender Verſuch dafür von Aepinus. 725. Er und Beccaria behaupten, daß elektriſche Körper keine andere Atmoſphäre haben, als die Elektrizität, welche der benachbarten Luft mitgetheilt wird. 740. Verſuche zu beweiſen, daß elektriſche Atmoſphären die Luft nicht ausſchließen. 742. Beccaria verſucht auch andere Subſtanzen, als Glas, zu laden. Verſuche, die Richtung der elektriſchen Flüſſigkeit zu beſtimmen. 744. Andere merkwürdige Experimente mit der Leydner Flaſche von Richmann und Aepinus. 747. Cigna's Methode, die Phiole zu laden. 748. Verſuche mit der Leydner Flaſche, um die außerordentliche Wirkung der angehäuften Elektrizität zu beweiſen. 750. Beyſpiele von Perſonen, welche von der elektriſchen Exploſion nichts gefühlt haben. 754. Entdeckung des Einfluſſes der Wärme auf die Mittheilung der Elektricität. 755. Wilke's Verſuche, die elektriſche Ladung und den Schlag durch mehr Körper, als Glas und Porzellan, zu erhalten. 756. Bemerkungen und Verſuche mit dem elektriſchen Funken im luftleeren Raum von Watſon, 767. Smeaton, Canton und Wilſon. 771. Wilke's Beobachtungen über das elektriſche Licht. 778 f. Verſuche von Beccaria, Lane und Hartmann. 794 f.

Elektrizität des Tourmalins. 798 — 822.

Entdeckung deſſelben nach Beckmann. 798. Linnée leitet deſſen Erſcheinungen von der Elektrizität her, welches Aepinus und Wilke durch Verſuche beſtätigen. 802. Fernere Verſuche von dem Herzog von Noya Caraffa u. A. 804.

Atmoſphäriſche Elektrizität. 822 — 832.

Wird zuerſt bemerkt von le Monnier. Verſuche darüber von Mazéas, 822. Kinnersley 824. und Beccaria. 826.

Beobachtungen über den Gebrauch der ſogenannten Blitzablei- ter. 832 — 837.

Franklin's Theorie. 833. Vorſchläge zur Anlegung, und erſte Errichtung derſelben in Deutſchland. 836. Wil- ſon tadelt die Spitzen und Beccaria empfiehlt ſie. 837.

Medizíniſche Elektrizität und einige Beobachtungen der Elek- trizität bey dem Wachsthum der Pflanzen. 837 — 843.

Anwendung der Elektrizität auf den menſchlichen Kör- per. 837. Nuneberg's Verſuche über die Wirkungen der Elektrizität auf die Vegetation. 841.

Vermiſchte Verſuche und Entdeckungen. 843 — 869.

Unterſuchungen, ob die elektriſche Materie durch das Glas hindurchdringe. 843. Aepinus beſchränkt den Satz, daß Körper mit gleichartiger Elektrizität einander zurück- ſtoßen. 847. Verſuche zur Beſtimmung der Richtung der elektriſchen Flüſſigkeit. 848. Villette's Beobachtung über die Kraft der Spitzen. Unterſuchung des Einfluſſes der Elektrizität auf den Magnetismus. 850. Aepinus zeigt die Aehnlichkeit beyder Materien. 858. Entdeckte Elektrizität an Fiſchen. 860. Auf den Zitteraal will Schilling einen Einfluß des Magneten wahrgenommen haben. 868.

Nordlicht, und einige andere feurige Lufterſcheinungen. 869 — 383.

Mairan's Tabelle von beobachteten Nordlichtern. 869. Beſtimmung ihrer Höhe. 870. Ob ſie mit der Elektrizität oder dem Magnetismus in Verbindung ſtehen? Das Auf- ſteigen der Lichtſäulen iſt mit einem Geräuſch begleitet ge- weſen. 871. Hypotheſen über die Entſtehung der Nord- lichter von v. Triewald 872. und Hell. 873. v. Mairan leitet ſie aus den Dämpfen der Sonnenatmoſphäre ab. 875. Euler's Meynung. 877. Sie werden für elektriſche Erſcheinungen gehalten. 878. Eberhard's Theorie. 880. — Beobachtungen des St. Elmusfeuers und Erklärung deſſel- ben. 880. — Meynungen über das Wetterleuchten. 882.

Meynungen über das Weſen der Elektricität. 883 — 903.

Hypotheſen von dü Fay, 883. Boulanger, 884. Nol- let, 885. Wilſon, 887. Watſon, Franklin und ſeinen Commentatoren: Wilke und Aepinus, 888 f. Beccaria, 897. Symmer 898. und Bergmann. 901.

Achtes Kapitel. Meynungen und Entdeckungen in der Lehre vom Magnetismus. 903 — 992.

Verſuche und Beobachtungen. 903 — 923.

Muſſchenbroek findet, daß der Magnet alle Körper, die nur irgend einen Antheil Eiſen enthalten, anzieht. 904. Beſtimmung ſeiner anziehenden Kraft. 904. Verſuche über ſeine Polarität. 906. Verſuche, den Magnetismus zu erregen und zu verſtärken. 909. Verſtärkung des Magnetismus durch ſich ſelbſt. 916.

Magnetnadel. 923 — 984.

Ihre Form und Stärke. 923. Verſuche, ihr den möglichſt ſtärkſten Magnetismus mitzutheilen. 924. Leichte Beweglichkeit derſelben. 933. Büache's neue Einrichtung der Bouſſole. 934. Methoden, die Abweichung zur See zu finden. Beobachtete Abweichungen zu Paris. 935. Abweichungscharten. 936. Euler zeigt, daß man mit der Annahme von zwey magnetiſchen Polen alle mögliche Abweichungen beweiſen könne. 937. Tob. Mayer erklärt ſie auf eine andere Art. 938. Beobachtungen der ſtündlichen 941. und der täglichen Abweichung. 948. Wilke's Beobachtungen mit ſeinem Abweichungscompaß. 951. — Beobachtungen der Neigung der Nadel zur See und auf dem feſten Lande. 952. D. Bernoulli verbeſſert die Neigungsnadeln. 955. de la Caille's Beobachtungen der Neigung. 956. D. Bernoulli's Theorie. 958. Bruggmann's Vorſchlag, die Neigung zu finden. 963. Aus Ekeberg's Beobachtungen entwirft Wilke eine Abweichungscharte. 968. Seine Theorie. 969 f. Tob. Mayer leitet aus ſeiner Theorie Größen der Neigung für verſchiedene Orte der Erde her. 983.

Wirkung des Magnetismus auf den thieriſchen Körper. 984 — 986.

Anwendung deſſelben bey Geſchwulſt und Zahnſchmerzen. 984.

Meynungen über die Urſachen des Magnetismus. 986 — 992.

Hypotheſen von Muſſchenbroek, 986. du Fay, Euler, 987. du Tour, 989. D. und Joh. Bernoulli, Aepinus, 990. Wilke und Brugmanns. 991.

Sechster

Sechſter Band.

Dritte Epoche. Geſchichte der Phyſik ſeit Prieſtley's Entdeckungen der verſchiedenen Gasarten bis auf die neueſten Zeiten. I — VIII, 920.

Karſten und Lichtenberg nehmen die Vorkenntniſſe der Chemie und Mineralogie mit in die Phyſik auf. 2. Ob auch die mathematiſchen Lehren mit hineingehören? 3. Urtheile über die Grenzen der Phyſik von Kant u. A. 4 f.

Erſter Abſchnitt. Geſchichte in Rückſicht der allgemeinen Phyſik. 8 — 916.

Allgemeine Eigenſchaften der Körper. 8 — 219.

Prieſtley's Theorie widerlegt de Lüc. 9. Andere Hypotheſen von Peart, 10. Lamark 11. und Kant. 15. Le Sage's mechaniſch-atomiſtiſches Syſtem 18. wird widerlegt von Kant und Schelling. 20. Kant's Syſtem: Phoronomie, 26. Dynamik, 40. Mechanik 81. und Phänomenologie. 101. Seinen Lehrſatz, daß der Materie als ſolcher Repulſivkraft zukomme, beſtreitet Mayer. 116. — Schelling's Syſtem. 118 f. Wagner ſucht es zu widerlegen. 216. Vergleichung des Kantſchen mit dem Schellingſchen Syſteme. 217.

Fall, Schwere und Gravitation der Körper. 219 — 237.

Newton's Vorſchlag, die Umdrehung der Erde aus dem freyen Fall der Körper zu beweiſen, führen Hooke, Guilielmini und Flauguergues aus. 219 f. Guilielmini widerlegt zwar Bonati's, aber nicht la Place's Einwurf. 220. Benzenberg's Verſuche. 220. — Die Urſache der Gravitation erforſcht Hamberger. Le Sage's Hypotheſe widerlegt Käſtner. 222. Andere Hypotheſen von Boscowich, 223. Kant, den de Lüc beſtreitet, 224. und Gren. 225. Daß das Gravitationsgeſetz ein allgemeines Naturgeſetz ſey, behauptet la Place, 226. und daß ſelbſt Erdkörper eine bemerkbare Anziehung gegen einander äußern, zeigen Cavendiſh und Hermbſtädt. 232. Die Verſuche des letztern werden aber beſtritten. 234. Aehnliche frühere Verſuche mit nicht elektriſirten Körpern erklärt Eike. 236.

Cohäſion oder Zuſammenhang. 237 — 364. und 897 — 903.

Guyton-Morveau zeigt durch Verſuche, daß die Adhäſion ſich nicht immer nach den ſpecifiſchen Gewichten der

Körper

Körper richte. 237. Nach welchem Geſetze ſie ſich richte, erforſcht Achard. 239. Verſuche über die Adhäſion von dû Tour, 245. Guyton-Morveau 252 f. und Huth. 273. Ob die Länge der Haarröhrchen Einfluß auf das Aufſteigen der Flüſſigkeiten in denſelben habe, unterſuchen v. Arnim und Hällſtröm. 274 f. Warum Queckſilber in Haarröhrchen niedriger, als im Gefäß, ſteht, erklären Gren, Casbois, Haüy und Milton. 277 f. Den Hauptcharakter der flüſſigen Materie beſtimmt Kant, der auch zeigt, daß die Möglichkeit der feſten Körper auf ihrem Zuſammenhange beruht. 280. Die Grundurſachen der Cohäſion beſtimmen Hube 280. und Gren. 283. Die Elaſtizität theilt Kant in attraktive und expanſible, und Gren behauptet, daß die erſtere nur bey feſten, die letztere nur bey flüſſigen Körpern ſtatt finde. 284. Hube tadelt die bisherige Eintheilung der flüſſigen Materien. 285. Theorie der expanſibeln Flüſſigkeiten von de Lüc 285. und Gren. 289. Neue Verwandtſchaftstafeln. Bergmann nennt die Verwandtſchaft: Wahlanziehung. 293. v. Büffon und Monnet verwerfen, und Macquer vertheidigt dieſe Lehre. 294. Daß die Urſache der Verwandtſchaft auf dem Geſetz der Gravitation beruhe, behaupten Erxleben u. A., v. Büffon, Bergmann und Macquer. 296 f. Guyton-Morveau's Theorie der Verwandtſchaft. 299. Daß er Verſuche unter die Wirkung der Adhäſion begriffen habe, die ſich gar nicht durch die Adhäſion erklären laſſen, zeigt Corradori. 297 f. Wie die Kryſtalle entſtehen, unterſuchen de l'Isle und Bergmann. 321. Haüy's Theorie der Kryſtalliſation. 322 f. Berthollet's Theorie der Verwandtſchaft. 342 f. — Den reſpectiven und abſoluten Zuſammenhang unterſuchen Graf v. Sickingen und Achard von Metallen, und Schmidt von feſten hohlen Körpern. 359. Ein allgemeines Geſetz für die Cohäſion giebt Ritter, 362. der mit v. Arnim behauptet, daß die Cohäſion mit dem Magnetismus in Verbindung ſtehe. 364.

Bewegung überhaupt. 364 — 374.

Verſchiedene Urtheile über Trägheit von Prieſtley, de Lüc, Käſtner, Gren, Gehler u. A. 364 f. Haüy's und la Place's Anſichten von der Trägheit. 372 f.

Centralbewegung. 374 — 379.

Joh. Bernoulli löſt die verkehrte Aufgabe der Centralkräfte, womit ſich auch noch Andere beſchäftigen. 375. Anſichten von der Schwungkraft. 376. Das

Das Reiben oder die Friktion. 379 — 384.

Hube unterſcheidet eine doppelte Art. 379. Euler's Theorie wird durch Verſuche beſtätigt. 383. Gerſtner's Unterſuchungen über die Friktion bey Räderwerken. 383.

Bewegung tropfbar flüſſiger Körper. 384 — 391. und 904 — 916.

Gerſtner zeigt, daß die Flüſſigkeit des Waſſers bey verſchiedenen Wärmegraden verſchieden iſt. 384. Unterſuchungen über den Ausfluß flüſſiger Materien aus Oeffnungen in Gefäßen von Vince und Venturi. 390. Lehrbücher der Hydraulik. 391. — Aräometer, und Vorſchläge, ſie zu graduiren. 904 f.

Erſtes Kapitel. Entdeckungen in der Lehre vom Gleichgewichte und von der Bewegung der Luft. 392 — 558.

Schwere oder Druck der Luft. 392 — 393.

Conté ſucht den Druck der Luft durch das Ausfließen von Flüſſigkeiten zu beſtimmen. 392.

Barometer und Barometerveränderungen. 393 — 479.

Verbeſſerungen des de Lücſchen Heberbarometers und des von Prins angegebenen Gefäßbarometers. 394. Andere Barometer erfinden Brander, Landriani und Magellan. 397. Verbeſſerungen des Meerbarometers. 399. Barometer von Changeux, 399 Perica, 400. Blondeau, 401. Roſenthal, 402. Schröder, 404. Lichtenberg, Ramsden, Hurter, 405. Haas, 408. Auſtin, Hamilton, 410. v. Humboldt, 414. Goedeking, 416. Voigt, 418. Müller, 423. Conté, 425. Rodig 427. und Klindworth. 428. Voigt's Reiſebarometer. 430. Wilſon's Barometer 435. und Schmidt's Doppelbarometer. 439. Erfindung des Barometergraphen. 444. Verbeſſerungen deſſelben. 445. — Erklärung des Hangenbleibens des Queckſilbers in der Röhre von Luz. 445. — Beſtimmung des Einfluſſes der Wärme auf das Queckſilber. 447. Schlögl's Reductionstabellen. 449. Gerſtner's Regel. 451. Beſtimmung dieſes Einfluſſes ohne Thermometer. 452 f. — Erklärung der Barometerveränderungen von Changeux, 455. de Sauſſüre, 456. Kirwan, 460. de Lüc, Lampadius, 463. Hube 466. und v. Buch. 470. Reſultate aus Barometerbeobachtungen

gen von Cotte, 473. Steiglehner, Planer 475. und Hemmer. 476. Beobachtungen der täglichen Barometerveränderungen vom Dûc de la Chapelle, 476. und der ſtündlichen von de Lamanon. 477.

Luftpumpe und Elaſtizität der Luft. 479 — 523.

Verbeſſerungen der Smeatonſchen Luftpumpe durch Nairne, Blunt, Hurter und Haas 479. Ihre Fehler. 480. Andere Einrichtungen und Verbeſſerungen der Luftpumpe von Cuthberſon, 481. Schrader, 483. Wrede, 486. Reiſer, 488. Lichtenberg, 491. v. Marum, 492. Little, 497. Parrot und Munke. 499. Queckſilberpumpen oder hydrauliſche Luftpumpen erfinden Swedenborg, 499. Baader, 500. Hindenburg 503. und Cazales. 504. Berretray's Maſchine, durch Waſſerdämpfe einen leeren Raum hervorzubringen. 505. Gren verbeſſert ſie. 507. Vorſchlag von Ingenhouß, einen luftleeren Raum durch das Erſticken glühender Kohlen zu bewerkſtelligen. 508. — Verbeſſerungen des Elaſtizitätszeigers. 508. Die unter der Glocke der Luftpumpe entſtehenden Dämpfe hält Nollet für fremdartige Theile. Lichtenberg's Urtheil über die Elaſtizitätszeiger. 510. Mängel an der Birnprobe. 512. — Gegen Kant vertheidigt v. Arnim das Mariotteſche Geſetz. 519 f.

Vermiſchte Bemerkungen und Erfindungen. 523 — 543.

Lempe leitet den Satz: daß die ſpecifiſche Elaſtizität ſich wie die Wärme verhalte, aus der Elementarmathematik her. 523. Beſtimmung der Elaſtizität der Luft durch die Wärme. 523 f. — Verbeſſerungen des v. Guerickeſchen Manometers. 528. — Cavallo läßt eine mit brennbarer Luft gefüllte Blaſe aufſteigen. 536. Montgolfier's erſter Verſuch. 537. Nachahmung deſſelben von Charles und Robert. 538. Größere Verſuche des jüngern Montgolfier. 539. Pilatre de Rozier's erſte Luftfahrt. 540. Fernere Luftreiſen von Charles, Robert u. A., und unglückliches Ende von Pilatre de Roziers und Romain. 541. Blanchard erfindet den Fallſchirm. 542.

Bewegung der Luft. 543 — 558.

Theorie des beſtändigen Oſtwindes von Hube, 543. der Paſſatwinde von Hube, de la Metherie und de Lüc, 545. und der veränderlichen Winde von Hube. 549. Beſtimmung

ſtimmung des Verhältniſſes der Wärme beyder Hemiſphä-
ren. 553. — Anemometer von v. Dalberg, 553. Oer-
tel, 554. Herrmann, Woltmann und Parrot. 557.

Zweytes Kapitel. Meynungen und Entdeckun-
gen in der Lehre von den ſchwingenden Be-
wegungen ſchallender und klingender Körper.
558 — 651.

La Grange widerlegt die irrigen Erklärungen von Klang und Geräuſch. 558. Chladni's Eintheilung dieſer Lehre. 559. Wie die gleichſchwebende Temperatur geometriſch conſtruirt werden könne, zeigt M. Mendelsſohn. 563. Außer den Transverſalſchwingungen findet Chladni auch Longitudinalſchwingungen, und vergleicht beyde mit einander. 563. Erfindung der Aeolsharfe. 573. Lichtenberg's Erklärung und Young's Theorie derſelben. 575. Ob dieſes Inſtrument Longitudinalſchwingungen hervorbringt? 580. — Den bey Lampen mit brennbarer Luft entſtehenden Ton erklärt de Lüc. 580. Verſuche darüber von Hermbſtädt und Scherer, die Tromsdorff und Chladni erklären. 581. — Chladni unterſucht die Schwingungen gekrümmter Stäbe, 585. widerlegt die von Euler und Golovin angegebenen Verhältniſſe der Töne eines Ringes, 587. bemüht ſich, die Schwingungsbewegungen und die ruhenden Stellen durch Klangfiguren ſichtbar darzuſtellen, 589. beſtreitet Jak. Bernoulli's Theorie der Schwingungen einer Quadratſcheibe, 596. unterſucht die Klangfiguren runder, 609. elliptiſcher, 614. und ſechseckiger und halbrunder Scheiben, 620. und zeigt, daß die von Golovin auf Glocken angewendeten Eulerſchen Beſtimmungen der Erfahrung nicht gemäß ſind. 621. — Geſchwindigkeit des Schalls. Wünſch's Theorie. 624. Kramp's Tabelle über die Veränderung der Geſchwindigkeit bey verſchiedenen Graden der Temperatur. 625. Verſuche über die Fortpflanzung des Schalls in freyer Luft, 626. und über die Stärke deſſelben in verſchiedenen Gasarten. 627. Verſuche über die Fortpflanzung des Schalls durch feſte und tropfbar-flüſſige Körper. 632. v. Arnim beſtimmt das Geſetz der Stärke der Fortpflanzung, 635. und Chladni entwirft eine Theorie des Schalls durch feſte Körper. 638.

Echo und Sprachrohr. 640 — 648.

Euler's Theorie des Echo. 640. Zu Lambert's Theorie des Sprachrohrs giebt Huth einige Zuſätze. 647.

Sprachgewölbe oder Sprachſäle. 648 — 651.

Rhode's Belehrungen darüber, beſonders in Anſehung der Schauſpielhäuſer. 648.

Drittes Kapitel. Von den Meynungen und Entdeckungen, welche das Weltgebäude überhaupt betreffen. 652 — 744.

La Place's Syſtem. 652 f.

Sonne. 659 — 667.

Beſtimmung ihres körperlichen Inhalts, ihrer Dichtigkeit und Schwere, von la Place und Käſtner. 659. Beobachtung der Sonnenflecke von Schröter. 660. v. Zach's Sonnentafeln. 663. Erklärung des Zodiakallichts von Hube und la Place. 664. la Place ſchreibt der Sonne eine Atmoſphäre zu. 666.

Mond. 667 — 687.

La Place entdeckt die Urſache der ſeculären Gleichung des Mondes, 668. beſtreitet die Hypotheſe, daß der Mond einſt ein Komet geweſen ſey, 673. erklärt ſein Schwanken, 671. und zeigt, warum er uns immer dieſelbe Seite zukehrt. 675. Durch die Analyſis erklärt la Grange alle an dem Mondſphäroid beobachteten Bewegungen, 676. wobey la Place die Meynung widerlegt, daß der urſprünglich flüſſige Mond die dem Gleichgewicht ſeiner Schichten entſprechende Geſtalt angenommen habe. 677. Helle Punkte im verfinſterten Monde entdecken Ulloa, der den einen für ein Loch, Herſchel, der ſie für feuerſpeyende Berge hält, 678. Bode, Graf Brühl, Nouet, v. Zach u. A. 679. Bode und Schröter wollen dieſes Phänomen aus dem zurückgeworfenen Erdenlicht erklären. Schröter findet, daß der Mond keinesweges unſerer Erde ganz ähnlich ſey, 680. beſtimmt die Höhe der Mondsberge, 681. zeigt ihre Entſtehung, 682. entdeckt zwar Veränderungen auf dem Monde, aber keine beträchtliche Meere. 684. Daraus und aus der geringen Horizontalrefraktion ſchließt la Place, daß der Mond entweder gar nicht, oder nur von Geſchöpfen anderer Art, als die auf der Erde, bewohnt

wohnt ſeyn könne. 685. Mondscharten. 685. Daß er eine Atmoſphäre habe, ſetzt Schröter außer allem Zweifel. 686.

Planeten. 687 — 720.

Schröter beſtimmt die Umlaufszeit der Venus, 688. entdeckt ihr Schwanken, ihre Berge und ihre Atmoſphäre, 689. und beſtimmt ihre Horizontalrefraction. Auch Herſchel ſchreibt ihr eine dichte Atmoſphäre zu. 691. Lambert's Theorie des Laufs des Venusmondes. Beſtimmung der Größe der Venus, und ihrer Dichtigkeit. 692. — Beſtimmung der Umlaufszeit des Merkur. Schröter findet ſeinen Bau mit dem der Venus übereinſtimmend. 692. Seine Größe. 694. — Beſtimmung der Umlaufszeit des Mars. 694. Herſchel ſchreibt ihm eine Atmoſphäre zu. Seine Größe. Marstafeln. 695. — Die Jupitersbanden beobachtet Schröter. 695. Herſchel hält ſie für Theile der Oberfläche, und la Place einige auf dem Jupiter beobachtete Flecken für Wolken. Tafeln der Jupiterstrabanten. 696. la Place berechnet ihre Maſſen. 697. — Beſtimmung der Umlaufszeit des Saturn. 697. Herſchel findet, daß ſein Ring aus zwey Ringen beſteht, 699. und beſtimmt ſeinen Durchmeſſer. 701. la Place zeigt, wie ſich dieſe Ringe um den Saturn ſchwebend erhalten können. 702. Die von Herſchel und la Place beſtimmte Umlaufszeit der Ringe finden Schröter und Harding nicht beſtätigt. 704. Herſchel ſchreibt dem Saturn eine Atmoſphäre zu, und la Place erklärt daraus die Entſtehung der Ringe. 706. Zu den ſchon bekannten 5 Trabanten entdeckt Herſchel noch 2 neue, auch erklärt er eine ſchon von Huygens bemerkte Erſcheinung am 5ten Trabanten. — Herſchel entdeckt den Uranus. 707. Beobachtungen deſſelben. 708. Er ſoll ſchon früher geſehen ſeyn. 710. Beſtimmung der Elemente ſeiner Bahn. 712. Uranustafeln. Vorſchläge zu ſeiner Benennung. 713. Herſchel entdeckt auch ſeine zwey Monde und berechnet ihre Umlaufszeiten. 714. — Piazzi entdeckt die Ceres. 715. Urſach ihrer ſpäten Entdeckung. 716. — Olbers entdeckt die Pallas. Herſchel will dieſe und die Ceres Aſteroiden benennen. 718. — Störungen der Ceres durch Jupiter, und gegenſeitige Störungen der Planeten und Jupitersmonde. Störungen des Uranus durch Jupiter und Saturn, und gegenſeitige Störungen der Jupitersmonde. 719. Tafeln der Jupitersmonde. 720.

Kometen. 720 — 732.

Methoden, ihre Bahnen zu berechnen. Bode's Charte aller Kometenbahnen. Ihre Anzahl. 720. Einen neuen Kometen entdeckt Miß Herſchel, den v. Zach berechnet. Den von 1799 beobachtet Schröter. 721. Hypotheſen über ihre Beſchaffenheit von Herſchel, Lichtenberg, 723. Bode, de Lüc 724. und Rüdiger. 726. Daß ſie die Erde zerſtören können, befürchtet zwar la Lande; aber Euler und la Place ſuchen dieſe Furcht zu entfernen. 730.

Fixſterne. 732 — 744.

La Place erklärt das Vorrücken der Nachtgleichen. 733. C. Mayer und Mezger beobachten die Umwälzung der Fixſterne; aber Mayer's Hypotheſe, daß die kleinern Fixſterne Planeten der größern ſind, widerlegt Fuß. Herſchel empfiehlt die Beobachtung der Doppelſterne. 736. Unterſuchung der ſcheinbaren Veränderung unſers Sonnenſyſtems. 737. Gedanken über die Einrichtung des Weltgebäudes und die Beſtimmung der Fixſterne von Bode, Herſchel und la Place, 739 f. der auch die ſogenannten neuen Sterne erklärt. 743. Veränderliche Sterne. Verzeichniß von Doppelſternen. 744.

Viertes Kapitel. Von den Meynungen und Entdeckungen, welche unſere Erde insbeſondere angehen. 744 — 896.

Geſtalt der Erde. 744 — 757.

Daß die Erde nicht durch Umdrehung entſtanden ſeyn könne, und daß es nur zwey mögliche Geſtalten für eine Kugel gebe, um im Gleichgewicht zu bleiben, zeigt la Place, der auch die Beſchaffenheit der Erdmeridiane erforſcht, 746. die Reſultate der Caſſiniſchen Gradmeſſung mit denen der Schwere vergleicht, 750. und daraus die Abplattung der Erde beſtimmt. 751. Seine Theorie. 752. Er erklärt, warum die beobachteten Pendellängen mit den gemeſſenen Meridiangraden nicht harmoniren, 754. und zeigt, daß die anziehende Kraft der Berge auf die Schwingungen des Pendels Einfluß habe, welches Bouguer und Maſkelyne durch Verſuche beſtätigen. 756. Hutton beſtimmt das Verhältniß der anziehenden Kraft der Erde zu der der Berge. 757.

Oberfläche der Erde. 757 — 839.

Bode beſtimmt ihren Flächenraum. 757. Bemerkungen über den allgemeinen Zuſammenhang der Berge. 758. Tafel der Höhen der europäiſchen Berge. 759. Daß die Bergluft nur bis zu einer gewiſſen Höhe am reinſten und heiterſten iſt, findet de Sauſſüre. 760. Erforſchung des Innern der Berge. 761. Merkwürdiger Ausbruch des Veſuv. 764. Andere Beſchreibungen. 767. Beſchreibung des Aetna und ſeiner Ausbrüche. 767. Wann er zu brennen habe anfangen können, berechnet Recupero. 769. Meynungen über die Entzündung der feuerſpeyenden Berge. 772. Cavallo ahmt das Erdbeben nach. 776. Vorſchlag, ganze Gegenden gegen Erdbeben zu ſchützen. De la Metherie's Theorie der Erdbeben. 777. — Meynungen über den Salzgehalt des Meerwaſſers. 780. — Theorien der Ebbe und Fluth von Hube, 781. Fulda 796. und la Place. 807. — Pownall und Franklin erklären die Ströme im atlantiſchen Ozean, und de la Metherie die von den Polen nach dem Aequator gerichteten. 828. — Hypotheſen über die Entſtehung der Quellen von de Lüc, Hube 831. und de la Metherie. 835.

Atmoſphäre der Erde. 839 — 867.

Beſtimmung ihrer Elaſtizität und Höhe von Hube, 839. de la Metherie, 840. Schröter 841. und Melanderhjelm. 842. Shuckburgh findet die Reſultate ſeiner Höhenmeſſungen nicht mit denen von de Lüc übereinſtimmend. 843. Dieß findet auch Roy; 845. de Lüc nimmt aber ſeine Regel in Schutz. Shuckburgh vergleicht ſeine Beobachtungen mit denen von Roy. Maſkelyne und Horsley machen die de Lücſchen Formeln zur Anwendung bequemer. 846. Zimmermann prüft die de Lücſchen Regeln. 847. Theorien der Höhenmeſſungen von Trembley, 847. Wünſch, 851. Roſenthal, 852. Kramp, 854. Mayer, 857. Damen, 858. Hennert, 860. Gerſtner 861. und la Place, 865. in deſſen Rechnung Rohde und Brandes einige Fehler entdecken. 867.

Die Erdkugel als Planet betrachtet. 868 — 880.

Mayer's Tafeln über die mittlere Wärme ſtimmen mit Cotte's Beobachtungen überein. Kirwan verfolgt dieſen Gegenſtand noch weiter. 868. De la Metherie's Theorie. 871 f.

Mey

Meynungen über die Entſtehung und Bildung der Erde. 881 — 896.

Hypotheſen von v. Juſti, Wiedeburg, 881. Lambert. 882. de Lüc, 884. Pallas, 887. Gerhard, v. Gleichen, 888. Wallerius, Silberſchlag, 889. Franklin, 890. Kant, 891. Whitehurſt, 892. Hutton, de la Metherie, 893. und Sullivan. 895.

Siebenter Band.

Zweyter Abſchnitt. Von den Meynungen und Entdeckungen in der beſondern Naturlehre. 1 — VIII, 920.

Erſtes Kapitel. Meynungen und Entdeckungen in der Lehre vom Lichte. 1 — 271.

Weſen des Lichts. 1 — 33.

Euler's Hypotheſe vertheidigen Erxleben und Karſten; aber Lichtenberg zeigt, daß ſich nicht alle Erſcheinungen aus ihr erklären laſſen. 1. Gren beſtreitet die Exiſtenz des Aethers. 3. Die aus den Verſuchen von Scheele u. A. abgeleitete Materialität des Lichts erklären Scheele, Selle, 5. Lavoiſier 6. und de Lüc. 7. Andere Hypotheſen über die Natur des Lichts von Richter, Leonhardi, Gren, 8. Girtanner, Link, 9. Hagen, 10. Voigt, de la Metherie, 11. Scherer, 12. Dizé 28. und Brugnatelli. 30.

Brechung des Lichts. 33 — 35.

Blair's Verſuche benutzt Fabroni, um das Brechungsvermögen verſchiedener Flüſſigkeiten zu beſtimmen. 33 f.

Strahlenbrechung durch die Atmoſphäre und Blinkern der Fixſterne. 35 — 37.

Lichtenberg vergleicht Mayer's und de Lüc's Regeln für die Strahlenbrechung. 36. Die Horizontalrefraction finden de la Caille und Maupertuis an verſchiedenen Orten nur unmerklich verſchieden; aber Hennert findet aus Piazzi's Beobachtungen, daß die Strahlenbrechung nach Verſchiedenheit der Luft und der Jahrszeit verſchieden iſt. 37.

Farbenzerſtreuung. 37 — 41.

Blair's Verſuche, die mittlere Brechbarkeit und die Farbenzerſtreuung verſchiedener Flüſſigkeiten zu beſtimmen. 38.

Farben, und hieher gehörige Beobachtungen. 41 — 96.

Theorie der Farben von Hube, 41. Voigt 45. und Wünſch. 50 f. Die Analogie der Farben mit den Tönen unterſucht Heydenreich. 83. Hube erklärt die Entſtehung der Nebenregenbogen, 85. und Lüdicke giebt eine Vorrichtung an, die Regenbogenfarben in Weiß umzuändern. 88. Monge's Behauptung, daß unſere Urtheile von Farben durch Umſtände und Relationen modificirt würden, widerlegt le Gentil. 90. Die an den durchs Prisma geſehenen erleuchteten Körpern erſcheinenden farbigen Säume beſchreibt v. Göthe. 91. Gegen ihn behauptet Gren, daß dieſe Phänomene aus Newton's Theorie hergeleitet werden können. 93. Die bey chemiſchen Auflöſungen und Miſchungen entſtehenden Farben erklärt Gren. 95. Unterſuchungen des Einfluſſes des Sonnenlichts auf die Veränderung der Farbe des Hornſilbers. 95. Vaſalli behauptet, daß dieſe Farbenveränderung mit einer Gewichtsabnahme verbunden ſey. Den Einfluß des Sonnenlichts auf andere Körper unterſucht Sennebier. 96.

Beobachtungen und Entdeckungen, welche die Zurückwerfung des Lichts angehen. 96 — 108.

Verſuche von Brougham, 96. die Prevoſt prüft. 103.

Brechung des Lichts. 109 — 118.

Brougham's Verſuche. 109. Klügel's Verſuch, wo Beugung und Brechung zugleich ſtatt finden ſoll, wiederholt Hällſtröm. 114.

Vergleichung der Stärke des Lichts. 118 — 141.

Graf Rumford's Photometer und ſeine damit angeſtellten Verſuche. 118 f. Leslie's Photometer. 130. Vergleichung der Lichtſtärke der durchs Prisma zerlegten Farben von Herſchel. 134. Eigene Vorrichtung dazu von Boeckmann. 138. Herſchel's Unterſuchungen über den Licht- und Wärmeverluſt der Lichtſtrahlen durch gefärbte Gläſer beſtreitet Leslie. 140.

Unterſuchungen und Bemerkungen, welche das Sehen betreffen. 141 — 180.

Hypotheſen über den Sitz des Sehens. 142. Beobachtungen und Erklärungen der zufälligen Farben. 143. Daß das Auge das Vermögen beſitze, die Kryſtalllinſe

flacher und erhabener zu machen, behauptet Young. 145. Die Fehler des Auges erklären Adams und Stack. 146. Regeln zur Erhaltung der Augen. 148. Kries beſchreibt eine einfachere Art des künſtlichen Auges. 151. Warum das Auge die Objekte aufrecht ſieht? 152. Beobachtungen von Luftſpiegelungen und ähnlichen Erſcheinungen. 153. Verſuche, ſie zu erklären, von Käſtner, 154. Büſch, Gruber 155. und Woltmann. 158. Gruber's Theorie der mit Spiegelung verbundenen Senkung und Hebung der Objekte. 165. Ungewöhnliche Horizonialrefractionen erklärt Hube. Adams Verſuche über die Grenzen des deutlichen Sehens. 169. v. Arnim entdeckt, daß, wenn er durch eine Röhre ein Licht betrachtete, dieſes nach Wegnahme der Röhre doppelt erſchien. 173. Er ſucht dieſe und einige andere Erſcheinungen zu erklären. 176. Young beantwortet die Fragen: warum wir aus einem Licht Strahlen ausfahren ſehen, wenn wir es mit blinzenden Augen betrachten? und wodurch die Funken entſtehen, wenn das gedrückte Auge im Finſtern gerieben wird? 178.

Erfindung und Verbeſſerung optiſcher Werkzeuge. 180 — 203.

Vorſchläge zu Spiegelmaſſen geben Mudge, Edwardts, Morveau, Maret, Dúrande, Graf v. Sickingen und Rinmann. 180. — Das Teleſkop verbeſſert Herſchel. 182. Schröter's und Schrader's Teleſkope. 188. Carrochet verfertigt ein Teleſkop aus Platina. 190. — Die achromatiſchen Fernröhre verbeſſert Gußmann. Nicholſon will dazu den Bau des Auges nachgeahmt wiſſen. 191. Blair's aplanatiſche Fernröhre. 193. — Theorie der zuſammengeſetzten Mikroſkope. Das von Dalibard verfertigte verwirft Peliſſon. 195. Vorſchläge zu ihrer Verbeſſerung von Euler, Fuß und Aepinus. 196. Adams Lampenmikroſkop. 197. Nicholſon's Verfahren, die Glaskügelchen zu verfertigen. 197. — Das Mikrometer verbeſſern Brander und Cavallo. 198. Andere Einrichtungen deſſelben. 199. — Verſuche, die Metallſpiegel paraboliſch zu ſchleifen. 200. — Herſchel und Schröter beſtimmen die Neigung des Spiegels im Teleſkop. 203.

Licht der leuchtenden Körper. 203 — 240.

Mehrere leuchtende Körper entdecken Graf Razoumowsky, Lichtenberg und Wedgwood. 204. Schmidt's Unterſuchungen über den Quarz. 205. Anweiſungen, den Kun-

Kunkelſchen Phosphor zu bereiten. 208. Verſuche mit dem Cantonſchen Phosphor von Kulme. 209. Spallanzani's Verſuche in verſchiedenen Gasarten mit Holz, 210. mit dem Tintenwurm und mit Johanniswürmchen. 212 f. Seine Theorie. 221. Corradori macht Einwürfe dagegen und giebt eine andere Theorie. 227. Mit faulem Holze ſtellt auch v. Humboldt Verſuche an. 230. Gegen ihn behaupten aber v. Arnim und Gärtner, daß Holz, dem Licht ausgeſetzt, nicht leuchte. 231. Die Natur dieſes Lichts erforſcht Hulme. 232. Bemerkungen darüber von Yelin und Scherer. 237. — Hypotheſen über die Irrlichter von Chladni, Hube, Volta und Reimarus. 239.

Eigenſchaften des Isländiſchen Kryſtalls oder des Doppelſpaths. 240 — 248.

Briſſon findet dieſe Eigenſchaften noch an mehreren Körpern. 240. Wie man einen ſolchen Doppelſtein aus Glas verfertigen könne, zeigt Rochon. 241. Die Eigenſchaften des isländiſchen Kryſtalls erklären Silberſchlag und Haüy. 241 f.

Höfe und Nebenſonnen. 248 — 251.

Die Höfe leitet Hube aus der Brechung des Lichts ab. 248. Flaugergues erklärt die concentriſchen Kreiſe um die Lichtflamme, und Hube die Nebenſonnen. 251.

Bemerkungen über die blauen Schatten der Körper, und der blauen Farbe des Himmels. 251 — 268.

Hypotheſen und Verſuche über die blauen Schatten von Opoix, Monge, 252. Graf v. Rumford 254. und Flaugergues, 262. und über die blaue Farbe des Himmels von Sauſſûre. 262.

Vermiſchte Bemerkungen und Entdeckungen. 268 — 271.

Verſuche über die Wirkung des concentrirten Sonnenlichts. 268. Flaugergues Bemerkungen darüber. 271.

Zweytes Kapitel. Meynungen und Entdeckungen in der Lehre von der Wärme. 272 — 620.

Erregung der Wärme. 272 — 282.

Verſuche über das Reiben von Pictet, 272. Beddoes 274. und Gren. 275. Ueber die Einwirkung des Sonnenlichts von Pictet, de Lüc 277. und Gren. 281.

Thermo-

Thermometer, Pyrometer, nebſt der freyen, fühlbaren oder thermometriſchen Wärme. 282 — 363.

Gegen de Lüc vertheidigen Luz und Strohmeyer das Weingeiſtthermometer. 282. Verſuche von Luz. 284. Beſtimmung des Siedpunkts. 285. Verſuche über die Beſtimmung des Siedpunkts bey niedrigen Barometerſtänden von Achard und Gren. 290. Vergleichungstafeln der Skalen verſchiedener Thermometer. 293. Gleichungen zur Reduction der Grade und Formeln zur Verwandlung der Thermometergrade. 294. Praktiſche Regeln zur Verfertigung der Thermometer. 296. Thermometergraphen von Six, 296. Rutherford 297. und v. Arnim. 298. Zur Meſſung der Ausdehnung durch die Wärme gebraucht de Lüc das Mikrometer. 301. Pyrometer von Wedgwood, Gazeram, 302. Cavallo 304. und Ramsden. 305. — Die Fortpflanzung des Wärmeſtoffs unterſucht Scheele, und Pictet beſtätigt, daß er im Brennraume von Brennſpiegeln geſammelt werden könne. 307. Auch unterſucht er die Geſchwindigkeit der Fortpflanzung, und die von ihm bemerkte Reflexion der Kälte erklärt Prevoſt, 308. woraus Pictet folgert, daß Licht und Wärme nicht auf einerley Urſache beruhen. 310. Fernere Verſuche von Herſchel. 310. der auch gegen Gren erweißt, daß die Wärmematerie den Geſetzen der Brechung unterworfen ſey; 315. was aber Leslie beſtreitet. 320. Englefield vertheidigt hingegen durch Verſuche Herſchel's Behauptungen, 327. und ſtellt auch Verſuche an über die Kraft, mit welcher die farbigen Strahlen Canton's Phosphor zum Leuchten bringen. 330. Ritter's Verſuche über die chemiſche Einwirkung des Sonnenlichts. 330. Verſuche über die wärmeleitende Kraft der Körper. 331. Des Grafen Rumford Verſuche mit ſeinem Paſſagethermometer. 339. Einwendungen dagegen von Gren, 348. de Lüc 352. und Nicholſon, 356. und gegen die Behauptung des Grafen, daß die Mittheilung der Wärme eine weſentliche Eigenſchaft der Flüſſigkeiten ſey, von Socquet 357. und Grimm. 361.

Spezifiſche Wärme. 363 — 441.

Entdeckung derſelben. 363. Wilke unterſucht die Geſetze der Vertheilung freyer Wärme unter verſchiedene Stoffe. 364 f. Beſtimmung der ſpezifiſchen Wärme verſchiedener Körper. 382. Die ſich bey den Verſuchen zur

Beſtimmung derſelben zeigenden Schwierigkeiten heben la Place und Lavoiſier durch ihr Calorimeter. 384. Beſchreibung dieſes Inſtruments, und damit angeſtellte Verſuche. 385 f. Beſtimmung der Wärme, welche zum Schmelzen des Eiſes erforderlich iſt. 392. Tafel der ſpezifiſchen Wärme verſchiedener Körper. 393. Lavoiſier glaubt, daß ſeine Reſultate mit denen von Wilke übereinkommen, und la Place giebt eine Formel für die abſolute Wärmemenge des Waſſers. 396. Gegen ihr Calorimeter macht Wedgwood einige Einwendungen. 397. Theorien der ſpezifiſchen Wärme von Magellan, Bergmann, 398. Kirwan, Crawford und de Lüc. 399. Daß den Tabellen über die ſpecifiſche Wärme nicht zu trauen ſey, zeigt Gren. 400. Nach ſeiner Theorie erklärt Wilke die unter der Glocke der Luftpumpe entſtehenden Dämpfe. 401. Bemerkung, daß das Thermometer beym ſchnellen Evacuiren um einige Grade fällt. 405. Warum es bey hinzugelaſſener Luft wieder ſteigt, erklärt Mayer. 408. Ob durch die mechaniſche Ausdehnung der Luft Kälte hervorgebracht werden könne? 409. Heller's Verſuche über das Sinken des Thermometers. 411. Verſuche über die Erregung künſtlicher Kälte von Walker und Lowitz. 415. Verſuche mit Auflöſungen von Salzen von Walker. 417. Die Verſuche von Lowitz wiederholen Fourcroy, Vauquelin 420. und Graf Muſſin-Puſchin. 424. Zanetti und Rouppe bringen das Queckſilber zum Gefrieren. 427. Verſuche über die künſtliche Kälte von Haſſenfratz, 427. Guyton-Morveau 432. und van Mons. 439. Blagden beſtimmt das Maximum der künſtlichen Kälte. 439. Gren's Geſetze des freyen Wärmeſtoffs. 440.

Wirkung der Wärme. 441 — 497.

Beſtimmung der Ausdehnung flüſſiger Körper durch die Wärme. 441. — Theorie der Dämpfe und Dünſte von de Sauſſüre 442. und de Lüc. 445 f. Widerlegung der Behauptung von Monge, daß die Verdampfung von der Ausdünſtung verſchieden ſey. 458. De Lüc vertheidigt ſeine Theorie gegen de Sauſſüre's Einwendungen, 461. erklärt, warum die Luft deſto mehr Dünſte enthalten könne, je wärmer ſie iſt, 462. und mit de Sauſſüre und Wilke die unter der Glocke der Luftpumpe entſtehenden Dämpfe. 463. Pictet beſtätigt durch Verſuche, daß das Feuer das fortlei-

tende Fluidum der Feuchtigkeit iſt. 464. Ueberſicht der de Lücſchen Sätze über den Waſſerdampf. 466. Die Franzoſen verbinden das Auflöſungsſyſtem nach le Roy mit ihrem neuen Syſtem der Chemie. 469. Hube vertheidigt das Auflöſungsſyſtem. 473. Parrot zeigt die Mangelhaftigkeit beyder Syſteme 484. und ſtellt eine neue Theorie auf. 489.

Unterſuchungen über die Wirkungen der Dämpfe. 497 — 523.

Dampfmeſſer von Zeidler 497. und von v. Betancourt. 499. Prony leitet aus ihren Erfahrungen eine Formel ab, aus der gegebenen Temperatur der Dämpfe ihre abſolute Elaſtizität zu finden, und Gren vergleicht ſie mit ſeinen Verſuchen über die Siedhitze bey verſchiedenen Barometerhöhen. 501. Verbeſſerungen des Dampfmeſſers von Schmidt und Bicker. 502. Verſuche damit. 506. Dalton's Dampfmeſſer und ſeine damit angeſtellten Verſuche. 508 f. — Verbeſſerungen der Dampfmaſchinen. 517. Beſchreibung der Perrierſchen. 519. Theorie der Dampfmaſchine. Zur Verbeſſerung des an der Wattſchen Dampfmaſchine in der Grafſchaft Mannsfeld befindlichen Dampfmeſſers giebt Gren einige Vorſchläge. 521.

Hypotheſen über die Wärme. 523 — 605.

Macquer's Hypotheſe. 523. Crawford's Theorie der Wärme und des Feuers. 525. Die von ihm ſo benannte Wärmecapacität erläutert Mayer. 529. Ob es einen chemiſch gebundenen Wärmeſtoff gebe? unterſucht Schmidt. 534. De Lüc's Theorie der Wärme. 542. Er beweiſet, daß die Sonnenſtrahlen an ſich nicht warm ſind. 550. Dücarla's Wärmeſammler und Theorie deſſelben. 553. Auch Gren behauptet eine eigene Wärmematerie nnd eine abſolute Leichtigkeit derſelben. 554. Er findet einen Gegner an Hindenburg. 559. Verſuche über das Aufſteigen der Wärme. 559. Des Grafen Rumford Verſuche. 561. Gren widerruft ſeine Behauptung von der abſoluten Leichtigkeit der Wärme, und hält ſie nun für eine rein expanſible Flüſſigkeit. 569. Des Grafen Rumford Verſuch mit dem Bohren einer Kanone veranlaßt ihn, eine Immaterialität der Wärme anzunehmen, welche auch Scherer behauptet. 570 f. Daß ſich der Wärmeſtoff mit andern Subſtanzen chemiſch verbinden könne, leugnen Link und Scherer. 579. Auch v. Arnim und Davy beſtreiten die Materialität der Wärme; 584 f. aber Henry widerlegt dieſe und

und des Grafen Rumford Behauptung, und nimmt eine Materialität des Wärmeſtoffs an. 601.

Thieriſche Wärme. 605 — 620.

Black leitet ſie aus der Reſpiration ab. Prieſtley entdeckt, daß das Athmen das Brennbare ausführe; dagegen aber behauptet Scheele, daß die Luft Brennbares in den Körper bringe. 605. Theorieen von Leslie, Crawford, 606. de Lüc, Fryer, 609. Gren, 610. Berlinghieri, 611. Rigby, 612. Peart u. A. 613. Beſtimmung der Quantität Luft, die auf einmahl eingeathmet wird. 615. Theorie des Athemholens von Lavoiſier und Girtanner. 616. Dieſe Theorieen beſtreitet Gren. 619.

Drittes Kapitel. Beobachtungen und Entdeckungen in der Lehre von den Gasarten. 621 — 1076.

Prieſtley's Verſuche mit der fixen Luft, 621. mit der atmoſphäriſchen Luft, 625. mit der brennbaren Luft, 627. mit der ausgeathmeten Luft, 625. mit Miſchungen aus verſchiedenen Luftarten 634. und mit Salpetergas. 636. Er wiederholt Cavendiſh's Verſuche über die Verminderung der durch eine glühende Röhre über Kohlen getriebenen Luft 640. und erhält daſſelbe Reſultat, wenn er Metalle verkalken ließ. 641. Er ſtellt Verſuche an mit den aus Aufgüſſen von Säuren auf Metalle entſtehenden Luftarten, 643. mit der ſich aus dem Bier entwickelnden Luft, mit 1 Jahr alter Salpeterluft, 645. mit von Kampher- und Laugenſalz-Dämpfen geſchwängerter, mit der über Brunnen befindlichen, und mit lange aufbewahrter atmoſphäriſcher Luft. 646.

Bergmann ahmt die Sauerbrunnen nach, und zeigt, daß unſere Atmoſphäre beſtändig einen Antheil fixer Luft enthält. 647. Verſuche mit der fixen Luft. Baumé beſtreitet, daß die fixe Luft eine von der atmoſphäriſchen verſchiedene Gasart ſey. 648. Lavoiſier unterſucht, ob in den Kalkerden eine eigene elaſtiſche Flüſſigkeit enthalten ſey? 651. ob in den Alkalien? 652. Er zeigt, daß dieſe Luft die Urſach der Verkalkung, der Gewichtszunahme und anderer Erſcheinungen ſey, 654. beſtätigt es durch Verſuche mit Metallen 657. und dem Kunkelſchen Phosphor, 662. und zeigt ferner, daß der die Gewichtszunahme der Metallkalke

tallkalke veranlaſſende Grundſtoff nichts anders als der reinſte Antheil der Luft iſt. 672.

Prieſtley's fernere Verſuche mit laugenartiger Luft, 677. mit verminderter und ſchädlich gemachter atmoſphäriſcher Luft, 679. mit ſalpeterartiger Luft, 684. mit ſee- und ſalzſaurer Luft, 687. mit entzündbarer und fixer Luft, 690. und einige vermiſchte Bemerkungen. 692. Seine Gedanken über die Beſtandtheile der verſchiedenen Gasarten, das Weſen und den Urſprung der atmoſphäriſchen Luft. ꝛc. 693. Seine Verſuche mit vitriolſaurer Luft, 699. mit eſſigſaurer Luft, 703. mit dephlogiſtiſirter Luft, 704. mit der Luft, die aus verſchiedenen Subſtanzen allein durchs Feuer erhalten wird, 713. und mit derjenigen, die im Salpetergeiſt entbunden wird durch die Auflöſung der vegetabiliſchen 716. und der animaliſchen Stoffe. 718. Seine Beobachtungen über den Salpeter, die Salpeterſäure und die ſalpeterartige Luft, 721. über die gemeine Luft, 723. die flußſpathſaure Luft, 725. die fixe Luft, 728. und einige vermiſchte Verſuche. 730. Seine Verſuche und Beobachtungen über die Holzkohlen 731. und Nachtrag zu einigen frühern Verſuchen über die vitriolſaure, 732. dephlogiſtiſirte, gemeine und fixe Luft, 733. und ſeine Berichte von einigen von Bewley, Percival, Dobſon und Magellan angeſtellten Verſuchen über die fixe, dephlogiſtiſirte und mephitiſche Luft. 734. Er handelt ferner von der Erzeugung der dephlogiſtiſirten Luft aus verſchiedenen Metallen, 736. von den Erſcheinungen, welche ſich bey der Auflöſung einiger Halbmetalle in Salpetergeiſt ereignen, 738. von der Erzeugung der dephlogiſtiſirten Luft aus erdigen Stoffen, 739. von der Beſtimmung der Menge des Salpetergeiſtes in einer gegebenen Menge dephlogiſtiſirter Luft, 740. von der Reſpiration und dem Nutzen des Bluts, 741. von der Gewinnung der dephlogiſtiſirten Luft auf eine wohlfeilere Art, 742. von der Wirkung des Terpentinöls und Weingeiſts auf gemeine Luft und über einige andere Einwirkungen auf dieſelbe, 743. von der Schwängerung des Waſſers, 744. der Oele, des Weingeiſts, der ätzenden Laugenſalze, 745. und der ſauren Flüſſigkeiten mit der ſalpeterartigen Luft, 746. von der zu einem höhern Grade der Entzündbarkeit gebrachten ſalpeterartigen Luft, 748. von der Verminderung derſelben durch Eiſenfeil oder Schwefelleber 749. und durch das Einſchließen in eine Blaſe, 750. von der durch eine Zerlegung getrenn-

getrennten Salpeterſäure, 751. und vermiſchte Bemerkungen über dieſe Gasart, 752. von der Sperrung der ſalpeterſauren Dämpfe, von dieſen Dämpfen ſelbſt, und von der Schwängerung des Waſſers, 753. der Oele, des Weingeiſts 755. und den Säuren mit denſelben, 756. von der Wirkung der ſalpeterſauren Dämpfe auf feſte Stoffe, 757. von der Bereitung der Salpeterſäure, ihrer Farbe und Stärke, und den Wirkungen der Auflöſungen des Wismuths auf dieſelbe. 758. Prieſtley's Beobachtungen über die entzündbare, 759. vitriolſaure, 760. flußſpathſaure, 761. ſeeſaure Luft 762. und diejenigen Luftarten, die keine Wirkung auf einander äußern, 763. über die Erzeugung und Nichterzeugung der Luft unter verſchiedenen Umſtänden 764. und vermiſchte Verſuche. 765. Nachtrag zu ſeinen frühern Verſuchen mit fixer, ſalpeterartiger und vitriol= und flußſpathſaurer Luft. 767.

Warltire entdeckt die ſtrahlenbrechende Kraft der entzündbaren Luft, und Henry den Einfluß der fixen Luft auf die Erhaltung der Pflanzen. 768. — Faſt zu gleicher Zeit mit Prieſtley entdeckt Scheele die dephlogiſtiſirte Luft, die er Feuerluft nennt, 769. und zeigt durch Verſuche, daß die gemeine Luft aus zwey verſchiedenen elaſtiſchen Flüſſigkeiten zuſammengeſetzt iſt. 770. Lavoiſier beweiſet durch die Zerlegung der Salpeterſäure, daß der reinſte Theil der Luft in die Zuſammenſetzung der Säuren eingeht, 777. widerlegt Prieſtley's Behauptung, daß die atmoſphäriſche Luft aus Salpeterſäure und Erde beſtehe, 783. ſtellt Verſuche an über die durch das Verbrennen eines Lichts erfolgende Verminderung der Luft, 787. beſtimmt die Beſchaffenheit der rückſtändigen Luft, 791. unterſucht den die reine Luft bildenden Stoff 798. und nennt ihn Sauerſtoff. 801. Er verwandelt den Phosphor ohne Verbrennung in Phosphorſäure 803. und wiederholt Scheele's Verſuche über die Gewichtszunahme der Metallkalke. 806. — Franklin und Chandler entdecken die Sumpfluft. Wie ſie gewonnen werden könne, zeigen Volta und Ingenhouß. 808. Scheele's Behauptung, daß die brennbare Luft reſpirabel ſey, widerlegt Franklin. 809. Beſtimmung der Eigenſchaften dieſer Luft, und ihres Gewichts. Herbſt zeigt, daß es verſchiedene Arten brennbare Luft gibt. 810. Bergmann entdeckt die Schwefelleberluft, womit Scheele Verſuche anſtellt. 811. Prieſtley's Behauptung, daß die de-

phlogiſti-

phlogiſtiſirte Luft aus Erde und Säure beſtehe, widerlegt auch Fontana. Meynungen über die Natur der Salpeterluft. 812.

Prieſtley vervielfältigt ſeine Verſuche und handelt von der Salpeterſäure und ihrer Farbe, 814. vom ſalpeterſauren Dampfe, 816. von den bey der Auflöſung der Metalle in Säuren erfolgenden Erſcheinungen, von den Veränderungen, welchen die Salpeterluft unterworfen iſt, 817. von der Schwängerung des Waſſers mit ſalpeterſauren Dämpfen, 820. von der Aufbewahrung thieriſcher Körper in Salpeterluft, und von der Schwängerung des Oels mit dieſer Luft. 821. Ferner von der Farbe der Seeſalzſäure, ihrer Schwängerung mit verſchiedenen erdigen Subſtanzen, 822. von der Wirkung einer lange anhaltenden Hitze auf den Salzgeiſt und auf andere Körper, die ihn enthalten, von der Entfärbung der in der Seeſalzſäure gemachten Auflöſungen, 823. von der Vitriolſäure, der flüchtigen Vitriolſäure und der Phosphorſäure, 824. von dem aus reinem Queckſilber entſtehenden ſchwarzen Pulver, vom Schütteln des Queckſilbers in Waſſer, 825. und von der Wirkung einer lange unterhaltenen Bewegung des Queckſilbers. Ferner vom Weſen der dephlogiſtiſirten Luft, 826. von der Entbindung dieſer Luft aus mineraliſchen Körpern, 827. aus Vitriolſäure und Eiſen, 828. andern Metallen 831. und erdigen Stoffen, 832. und vermiſchte Verſuche über dieſe Luft. 833. Er ſtellt ferner Beobachtungen an über die in der atmoſphäriſchen Luft vorhandene Erde, 835. über die Verminderung der gemeinen Luft, 837. über die Verbeſſerung der Luft durch das Wachsthum der Pflanzen, 839. über die Beſchaffenheit der in den Blaſen des Meergraſes enthaltenen Luft, über die Eigenſchaft des Weiderichs, die Luft zu verſchlucken, 840. über das Wachsthum der Pflanzen in dephlogiſtiſirter Luft, 842. über die entzündbare Luft, 844. über die fixe Luft, 848. über den Weinſteinrahm, 850. über Körper, welche einer anhaltenden Hitze ausgeſetzt waren, 851. und einige vermiſchte Verſuche mit verſchiedenen Luftarten. 852 f.

Nachdem Prieſtley zwey Vorrichtungen zu Verſuchen über das Wachſen der Pflanzen und zur Erforſchung der Kraft verſchiedener Luftarten beſchrieben hat, handelt er von dem Wachſen des Weiderichs in verſchiedenen Luftarten, 858. von der Reinigung der Luft durch Pflanzen, 860. von der grünen

grünen pflanzenartigen Materie und der Erzeugung derſelben, 863. von der Erzeugung der Luft aus thieriſchen Subſtanzen vermittelſt dieſer Materie, 865. von der Luft, welche die im Waſſer, 866. und der, welche die im Queckſilber faulenden Stoffe hervorbringen, 868. von der Erzeugung der entzündbaren Luft aus Waſſer, Eiſenfeil und Schwefel, 869. von der aus dem menſchlichen Körper hervorkommenden Luft, 872. von dem Urſprung der ein- und ausgeathmeten fixen Luft, 874. von dem Athemholen, 878. von den dadurch in verſchiedenen Luftarten bewirkten Veränderungen, 882. von dem Athemholen der Fiſche, 885. von der Erzeugung und Beſchaffenheit der dephlogiſtiſirten Luft, 886. von dem Einathmen derſelben, 890. von der fixen Luft, 893. von dem Zuſtande der im Waſſer befindlichen Luft, 894. von der Beſchaffenheit der Salpeterluft, 896. von der Vermiſchung derſelben mit gemeiner, 898. von der Erzeugung einer Salpeterluft, in welcher eine Kerze brennt, 901. von der Beſchaffenheit der dephlogiſtiſirten Salpeterluft, 904. von der Erzeugung der entzündbaren Luft aus der laugenartigen durch den elektriſchen Funken, 907. von der großen Flüchtigkeit des Queckſilbers, 910. von der Gegenwart der Salpeterſäure in den Metallkalken, 911. von der Miſchung der Vitriol- und Salpeterſäure, 914. von der Seeſalzſäure und der ſeeſalzſauren Luft, 916. und von einigen vermiſchten Verſuchen. 918.

Lavoiſier zeigt, daß die fixe Luft wahre Kohlenſäure ſey, 921. und Tennant ſtellt die Kohle aus der Kohlenſäure wieder her. 922. Wie man das kohlenſaure Gas noch leichter zerſetzen könne, zeigt Pearſon. 923. Lavoiſier vertheidigt ſeine Meynung über die durch das Verbrennen von Schwefel und Phosphor erfolgende Gewichtszunahme gegen Bergmann, 924. und ſieht ſeine gegen Prieſtley behauptete gänzliche Beſchwindung der Lebensluft bey einer zureichenden Menge Phosphor durch Göttling's Verſuch beſtätigt. 927. Das von Lichtenberg und Gren aus den durch ein glühendes Pfeifenrohr getriebenen Waſſerdämpfen erhaltene Stickgas halten Lavoiſier und v. Hauch für eine bloße Deſtillation. 928. Göttling's Verſuche über das Leuchten des Phosphors in Stickgas. 929. Wiederholung dieſer Verſuche von Eimbke, Jäger u. A. ohne daſſelbe Reſultat zu erhalten; 930. aber Göttling vertheidigt ſeine Meynung durch Feſtſetzung der Eigenſchaften des Stickgas

gas 931. und zeigt, daß aus reinem Sauerſtoffgas durch die Einwirkung des Phosphors Stickluft werden kann. 933. Lampe und Lampadius wollen ſogar durch Verbrennung des Phosphors in atmoſphäriſcher Luft Lebensluft zum Rückſtande erhalten haben 939. Fourcroy und Vauquelin prüfen Göttling's Verſuche, und finden, daß er ſich geirrt habe. 940. Ihre Verſuche über das Verbrennen des Phosphors in verſchiedenen Luftarten 943. Gegen die Behauptung der Amſterdammer Chemiker, daß das ſich beym Durchgange durch irdene Röhren zeigende Stickgas dem Eindringen der äußern Luft zuzuſchreiben ſey, ſtellt Wurzer einen Verſuch an; 947. den aber die Amſterdammer und v. Hauch widerlegen. 949. Prieſtley's Behauptung, daß die Pflanzen verdorbene Luft verbeſſern, beſtätigt Ingenhouß, 950. und beweißt gegen Sennebier, daß die Pflanzen auch zur Nachtzeit Luft geben und daß ſie zu ihrem Wachsthum kein kohlenſaures Gas nöthig haben 951. Die von Haſſenfratz gemachten Einwendungen gegen die Zerſetzung der Kohlenſäure durch das Wachsthum der Pflanzen ſucht Sennebier zu heben. 952. Beſtimmung der Menge der in der atmoſphäriſchen Luft enthaltenen Kohlenſäure. 954. Unterſuchungen über die Beſchaffenheit der atmoſphäriſchen Luft von v. Humboldt und Dalton, 956. des Schwefellebergas von Fourcroy u. A., u. Gren, 962. und des Salpetergas von Gren und Millner. 965 v. Marum zerlegt das Salpetergas durch den elektriſchen Funken, 966. und v. Humboldt ſtellt Verſuche an mit dieſem Gas und ſeinen Verbindungen mit dem Sauerſtoff, 967. deſſen Behauptung, daß der beym Leuchten des Phosphors im Salpetergas enthaltene Sauerſtoff nicht Zeit gehabt habe, ſich mit dem Salpetergas zu verbinden, v. Arnim eben ſo erklärt, wie Fourcroy die Göttlingſchen Verſuche. 968. Prieſtley's dephlogiſtiſirtes Salpetergas unterſuchen die holländiſchen Chemiker. Gren nennt es ſauerſtoffhaltiges Stickgas. 970. Davy zeigt, daß es zum Einathmen tauglich gemacht werden könne. 972. Gengembre entdeckt das gephosphorte Waſſerſtoffgas, 973. deſſen Bereitung Raymond lehrt, 974. und womit Pelletier Verſuche anſtellt. 975. Unterſuchung des aus Hammerſchlag und Kohlen entwickelten kohlenſauren Gas von Prieſtley, deſſen Behauptung Adet, Berthollet und Fourcroy beſtreiten, Cruikſhank 977. und Woodhouſe. 986. Desormes und Clement wiederholen die Verſuche des letztern und erklären ſie nach dem anti-

antiphlogiſtiſchen Syſtem, wozu die Verſuche von Fourcroy, Thenard und Haſſenfratz noch mehrere Beweiſe geben. 990. Die Eigenſchaften dieſer Gasart unterſuchen Desormes und Thenard, 992. und Deſormes und Clement vertheidigen ihre Behauptungen gegen die Einwürfe der holländiſchen Chemiker. 997.

Geräthſchaften zur Anſchwängerung des Waſſers. 999—1004.

Den dazu von Prieſtley und Nöth angegebenen Apparat verbeſſert Parker. 1000. Andere Vorrichtungen, 1001. auch von Wilke und Fierlinger. 1002.

Eudiometrie. 1004—1073.

Prieſtley's Vorrichtung, die Beſchaffenheit einer Luftart durch Salpeterluft zu erforſchen, verbeſſern Fontana und Marſigli, der ſie Eudiometer benennt. 1006. Eudiometer von Ingenhouß, 1008. Magellan, 1010. Achard, Gerardin, 1012. Stegmann, Cavendiſh, Sennebier u. A., White und de Sauſſûre. 1013. Beſchreibung des von Fontana verbeſſerten Prieſtleyſchen Eudiometers, 1014. welches Cavallo einfacher macht. 1017. Verſuche damit von Ingenhouß und Luz. 1018. Andere Einrichtungen deſſelben von Wilke und Späth. 1019. Lichtenberg zeigt, daß die bisherigen Eudiometer keine richtigen Reſultate geben; deßhalb werden andere Einrichtungen angegeben von Scheele, 1020. Ackermann, 1021. Seguin und Lavoiſier, Giobert, 1022. Reboul, 1023. Gren, 1025. Guyton-Morveau, 1026. v. Arnim, 1028. Klingert, 1032. Volta, v. Humboldt, Berthollet 1036. und Parrot, 1039. der ſein Eudiometer noch verbeſſert, 1048. und es gegen Berthollet vertheidigt. 1052. Parrot's Vorſchrift, bey eudiometriſchen Unterſuchungen auf die verſchiedene Expanſibilität der Luft Rückſicht zu nehmen, finden Dalton und Gay-Lüſſac unnöthig. 1056. Gegen das Phosphoreudiometer machen Davy und Böckmann einige Einwendungen, 1060. die Parrot zu heben ſucht; 1067. aber Böckmann iſt damit nicht zufrieden, und wünſcht, daß er mehr auf Clement und Deſorme's Verſuche Rückſicht nehmen möge. 1070. Davy ſchlägt die Auflöſung des ſalzſauren Eiſens als eudiometriſche Subſtanz vor. 1071.

Ventilator. 1073—1076.

Vorſchläge dazu von Cavallo, 1073. de l'Isle de St. Martin und Parrot. 1075.

Achter

Achter Band.

Viertes Kapitel. Entdeckungen und Beobachtungen in der Lehre vom Feuer. 1 — 85.

Weſen des Feuers. 1 — 9.

Hypotheſen von Weigel, Baumé, Wallerius, Scheele und Lavoiſier. 2. Marat bemüht ſich, die Materie des Feuers dem Auge ſichtbar zu machen. 3. Gren unterſcheidet die Ausdrücke Feuer und Licht; aber de Lüc, Pictet u. A. nennen auch den Wärmeſtoff Feuer. 5. Warum zur Erhaltung des Feuers atmoſphäriſche Luft erforderlich iſt? 6. Hypotheſen über die Natur der Flamme von Volta, deſſen Meynung durch die Erklärung der Entſtehung von Waſſer bey jeder Flamme beſtätigt wird, 6. Scheele, Crawford und Kirwan, 7. und de Lüc; 8. und über die Farbe der Flamme von Gren. 9

Beobachtungen bey der Erzeugung des Feuers und der Verbrennung der Körper. 9 — 51.

Lavoiſier beſtreitet die Lehre vom Phlogiſton 10. und erklärt das Verbrennen. 15. Andere Erklärungen geben Scheele, 15 und Crawford, 16. wogegen Gren Einwendungen macht. 18. Wodurch Lavoiſier zur Aufſtellung ſeines antiphlogiſtiſchen Syſtems veranlaßt wird? und warum es Anfangs in Deutſchland mit Geringſchätzung aufgenommen wurde? 21. Erſte Bekanntmachung deſſelben in Deutſchland. Gren ſetzt demſelben Zweifel entgegen. 22. Girtanner's Gründe gegen die Exiſtenz des Brennſtoffs beantwortet Richer; 24. wogegen ſich Girtanner aber vertheidigt. 25. Den Brennſtoff vertheidigen auch Lichtenberg, 26. de Lüc 27. und Voigt. 29. Voigt's Theorie der Verbrennung 30. beſtreitet Lavoiſier, 32. der ſeine Behauptungen durch Verſuche von Peſchier und Hermbſtädt beſtätigt ſieht, obgleich ſie von Gren, Weſtrumb und Trommsdorf beſtritten worden waren. 33. Auch das gänzliche Verſchwinden der Lebensluft beym Verbrennen des Phosphors gelingt Göttling, Hildebrandt und Gren, 34. dennoch weichen ſie in einigen Stücken von dem antiphlogiſtiſchen Syſtem ab. 35. Daß das Verbrennen auch ohne Lebensluft ſtatt finden könne, zeigen die holländiſchen Chemiker, van Mons, Pfaff und Lentin. 36. Erklärung der Selbſtentzündung des Pyrophorus, 38. und des Platzens des

des Knallgoldes. 41. Daß das Knallſilber eben die Eigenſchaften habe, wie das Knallgold, zeigt Berthollet. 42. Er und Wurzer entdecken noch zwey Knallſalze. Verſuche damit. 45. Erklärung der Gewalt des Schießpulvers. 46. Graf Rumford's Verſuche. 48.

Sternſchnuppen und Feuerkugeln. 51 — 85.

Hypotheſen über den Urſprung der Sternſchnuppen von Reimarus, Volta, Chladni und Girtanner. 52. Die Höhe derſelben meſſen Brandes und Benzenberg. 53. — Beobachtungen von Feuerkugeln. 54. Hypotheſen über die Natur derſelben von Silberſchlag, v. Herbert, Toaldo, Vaſalli und Chladni, 55. der ſeine Theorie durch die beobachteten Steinregen beſtätigt ſieht. 57. Nachricht von einer aus einer ſchaumigen Maſſe beſtehenden Feuerkugel. Chladni führt für ſeine Hypotheſe noch einige Erſcheinungen an. 58. Daß Steine vom Monde herabgeſchleudert ſeyn können, behaupten Olbers, la Place und Howard; 59. deſſen Unterſuchungen Patrin aber beſtreitet. 61. La Place's Hypotheſe. 62. Olbers zeigt, daß es Schwierigkeiten habe, die herabgefallenen Steine als aus dem Monde kommend zu betrachten. 64. Wrede's Bemerkungen über die neuern Erklärungen der Feuerkugeln. 65 f.

Fünftes Kapitel. Entdeckungen und Beobachtungen in der Lehre vom Waſſer. 85 — 261.

Bemerkungen über die Natur des Waſſers. 85 — 138.

Verſuche über die Verwandlung des Waſſers in Erde von Lavoiſier, 85. de Machy, 86. Fontana, 87. Waſelton, Scheffer, Bergmann, 90. Achard, Scheele 91. und v. Dalberg. 92. Ueber das Gedeihen der Pflanzen in Waſſer von Lavoiſier und Haſſenfratz. 94. Daß ſich das Waſſer wirklich zuſammendrücken laſſe, zeigen Herbert, Serrieres, Fontana, Abich und Zimmermann. 94. Wilkens macht auf die ſchon früher gekannte Zuſammenſetzung des Waſſers aufmerkſam, und Macquer bemerkt zuerſt, daß bey dem Verbrennen des brennbaren Gas Waſſer entſteht. 98. Verſuche über die Zuſammenſetzung des Waſſers von Cavendiſh und Watt, 99. Lavoiſier und la Place, 101. Fortin, 102. Fourcroy, Vauquelin und Arejula, und Girtanner. 103. Das von Lavoiſier für dieſe Verſuche erfundene Gazometer verbeſſert v. Marum. Eine

andere

andere Einrichtung giebt v. Hauch an. 104. Prieſtley's Einwürfe gegen die Zerſetzung des Waſſers widerlegen die Antiphlogiſtiker. 105. De Lüc macht ihnen auch einige Einwürfe. 107. Verſuch über die Zerſetzung des Waſſers von Lavoiſier und la Place, 108. und Beſtimmung des Gehalts vom Oxygen und Hydrogen im Waſſer von Lavoiſier und Meusnier. 111. Dieſen Verſuch widerſprechen zwar de la Metherie, Prieſtley, Klaproth, Weſtrumb, Achard u. A.; aber er wird durch öffentliche Veranſtaltungen beſtätigt, was Girtanner für entſcheidend hält. 112. Gegen dieſen Verſuch wird aber wieder einiges, und auch Prieſtley's Verſuch eingewendet; 113. von dem Girtanner aber zeigt, daß er zur Beſtätigung der Waſſerzerſetzung diene. 114. Beſchreibung der von den holländiſchen Chemikern durch den elektriſchen Funken bewirkten Waſſerzerſetzung. 115. Hermbſtädt's Bemerkungen darüber. 116. Einwürfe gegen die daraus hergeleiteten Folgen. 116. Die Einwürfe von de Lüc beantwortet v. Hauch. 120. Prieſtley's Verſuche zur Vertheidigung des Phlogiſtons und der Einfachheit des Waſſers. 125 f.

Gewicht des Waſſers. 138 — 139.

Das ſpecifiſche Gewicht deſſelben beſtimmen Karſten, Gren und Schmidt. 138.

Eis. 140 — 148.

Verſuche, das Waſſer unter den Froſtpunkt zu bringen, ohne zu gefrieren, von Brugmanns, de Lüc und Blagden. 140. Lichtenberg's Verſuch mit luftleerem Waſſer. 142. Die Gewalt des Eiſes unterſucht Williams. 143. Daß das Waſſer nahe am Froſtpunkte merklich ausgedehnt werde, bezweifelt v. Arnim. 144. Wiſtar's Verſuch über die Ausdünſtung des Eiſes. 146.

Hygrometer, Atmometer und Hyetometer. 148 — 185.

Hygrometer erfinden Bjerkander, 148. de Lüc, 149. de Sauſſüre, 152. Chiminello 155. und Baptiſte. 156. De Sauſſüre vertheidigt ſich gegen de Lüc; aber dieſer zeigt, daß alle Fäden keinen regelmäßigen Gang nehmen. 157. Daß die bisherigen Theorien nicht überall ſtatthaft ſind, zeigt Zylius. 159. Vorſchläge zu hygroſkopiſchen Subſtanzen von Schreber, Graf de la Guerrande, 160. Franklin, Cabois und Mann. 161. Die Hygrometer von Sauſſüre

und Lowitz vergleicht Lüdicke, und das des letztern verbeſſern Hochheimer und Lüdicke. 162. Ein neues Hygrometer erfindet Leslie, 165. welche Lüdicke mit dem Haar- und Steinhygrometer vermittelſt ſeines Thercnohygrometers vergleicht. 173. Parrot's Theorie 174. beſtreiten Böckmann und Wrede. 178. — Atmometer erfinden Cotte und de Sauſſüre, 181. und Hyetometer die Manheimer meteorologiſche Geſellſchaft, 183. Senff 184. und Herrmann. 185.

Wäſſerige Meteore. 186 — 239.

Theorie der Ausdünſtung von de Sauſſüre 186. und de Lüc. 187. Die Entſtehung der Wolken erklären de Lüc 189. und Hube. 192. — Die Menge des herabfallenden Regenwaſſers beſtimmt de la Metherie, 197. und Caſan die des Thaus; ſo wie de la Metherie die mittlere Menge alles auf die Erde herabfallenden Waſſers. 199. — Theorien des Regens von de Sauſſüre, 199. Hutton, 202. und de Lüc, 205. deſſen Theorie Lichtenberg unterſtützt. 210. Gegen die Theorie der Antiphlogiſtiker macht de Lüc Einwendungen, die v. Hauch beantwortet. 215. Lichtenberg's Gründe für de Lüc's Syſtem beſtreiten Girtanner 216. und Hube. 220. Sie werden von de Lüc's Anhängern widerlegt. 221. Hube's Theorie des Regens. 222. De Lüc's Syſtem beſtreiten auch Zylius und Gren, 224. worauf Lichtenberg antwortet. 225. Mayer's Theorie. 226. v. Arnim prüft alle bisherigen Theorieen 226. und nimmt das Auflöſungsſyſtem an. 232. Parrot's Theorie. 235.

Vermiſchte Bemerkungen in Anſehung der wäſſerigen Meteore. 240 — 261.

Hypotheſen über die Entſtehung des Thaues von de Sauſſüre, de Lüc, 240. Hube 243. und Lampadius, 247. und über die ſternförmige Geſtalt des Schnees von Beccaria und Aldini, 250. deſſen Verſuche v. Arnim wiederholt. 252. Die Figuren des Reifs unterſucht Bjerkander. 253. Waſſerhoſen ahmen Wilke und Cavallo nach. 255. Die Hypotheſe des letztern beſtreitet Michaud, 286. mit deſſen Beobachtungen die von Bouſſard übereinſtimmen. 258. Meteorologiſche Syſteme von Cotte und Toaldo. 260.

Sechſtes Kapitel. Meynungen und Entdeckungen ſolcher Erſcheinungen, welche von den von ſelbſt erfolgenden Miſchungsveränderungen organiſcher Körper abhangen. 261 — 279.

Lavoiſier's Theorie der Weingährung, 261. der Eſſiggährung, 267. und der faulen Gährung, 269. wobey er Berthollet's Entdeckung über das Zerſetzen des Ammoniaks benutzt, 270. und Fourcroy's und Thouret's Bemerkung an tief eingegrabenen Leichnamen erklärt. 273. Gibbes's Verſuche über das Faulen des Fleiſches. 273. Gren's Theorie der Fäulniß. 275.

Siebentes Kapitel. Meynungen und Entdeckungen in der Lehre von der Elektrizität. 280 — 869.

Entdeckung des Elektrophors. 280 — 353.

Die Verſuche mit geladenen Glastafeln von Wilke, Aepinus und Beccaria 280. geben Volta Veranlaſſung zur Erfindung des Elektrophors. 282. Abänderungen deſſelben von Pickel, 283. Jacquet, Robert, 284. Cavallo, Klindworth und Eberle. 285. Volta's Verſuche mit dem Elektrophor. 286. Wilke erklärt die Erſcheinungen deſſelben nach dem dualiſtiſchen Syſtem und ſtellt verſchiedene Verſuche an. 287 f. Ingenhouß ſucht ſie aus den Geſetzen der Atmoſphäre nach dem Franklinſchen Syſtem zu erklären, und die ſich zeigenden Schwierigkeiten hebt Winkler. 314. Aubert's Halbelektrophore 318. und Weber's Luftelektrophor. 319. Verſuche mit dem Elektrophor von Schäffer. 320. Lichtenberg entdeckt die nach ihm benannten Lichtenbergſchen Figuren, 321. und erfindet den doppelten Elektrophor. 323. De Lüc's Theorie, 324. woraus er die Erſcheinungen des Elektrophors 328. und die Lichtenbergiſchen Figuren erklärt. 334. Lichtenberg's Vermuthung über die elektriſche Beſchaffenheit der Platte beſtätigen Cavallo und de Lüc. 336. Cavallo's Verſuche. 342. Paets van Trooſtwyk und Krayenhof wollen in den Lichtenbergiſchen Figuren einen Beweis für die Richtigkeit des Franklinſchen Syſtems finden, 350. dem aber widerſprochen wird. 352. Einige artige Abänderungen dieſes Verſuchs von Ingenhouß und Bienvenü. 353.

Erfindungen der fernern elektriſchen Geräthſchaft, nebſt weitern Verſuchen in der Lehre der Elektrizität bis zum Jahre 1791. 353 — 502.

Einen allgemeinen Auslader giebt Henly an. 354. Elektrometer erfinden Henly, Lagenbucher, 356. Cavallo, 357. auch noch ein Taſchenelektrometer und ein anderes Elektrometer, 358. Achard, 360. und Bennet, 362. deſſen Elektrometer Cavallo und Nicholſon verbeſſern. 364. De Lüc verbindet ſein Fundamentalelektrometer 367. mit elektriſchen Migametern und Mikrometern. 373. Volta's Bemerkungen über die beſte Einrichtung der Elektrometer. 376. Elektrometer, um die Stärke der Funken zu meſſen, erfinden Townſhend, 377. Brooke, 378. Cuthberſon und Barbaroux. 379. Volta's Condenſator der Elektrizität 379. verbeſſert Cavallo, 391. und Lichtenberg ſchlägt dazu eine noch leichtere Methode vor. Fernere Verbeſſerungen deſſelben von Cavallo. 392. Volta's Entdeckungen vermittelſt ſeines Condenſators, 394. den er auch für gewiſſe Fälle Conſervator der Elektrizität benennt. 396. Bennet verbindet ſein Elektrometer mit dem Condenſator. 396. Er und Cavallo unterſuchen die Elektrizität bey der Verdampfung; 357. aber die Urſach der am rothglühenden Eiſen und am rothglühenden Glaſe entdeckten Ausnahmen von dem allgemeinen Geſetz kann Cavallo nicht erforſchen. 400. Dem Condenſator giebt de Lüc eine andere Einrichtung. 400. Bennet erfindet den Duplikator der Elektrizität. 403. Cavallo verbeſſert denſelben, 405. und erfindet bey dieſer Gelegenheit den Multiplikator der Elektrizität. 407. Den Duplikator verbeſſert auch Nicholſon. 407. Bennet's Methode, dem Duplikator ſeine urſprüngliche Elektrizität zu nehmen, giebt Veranlaſſung, daß Nicholſon den kreiſelnden Collector erfindet. 408. Read's Verſuche mit dem Duplikator zur Erforſchung der Elektrizität der Luft in verſchiedenen Graden ihrer Reinheit. 411. Cavallo's Collektor 413. und Multiplikator der Elektrizität. 418. Bohnenberger verbeſſert den Bennetſchen Duplikator, den Cavalloſchen Multiplikator, und unterſucht, wie weit man ſich auf dieſe Inſtrumente verlaſſen könne. 425. — Verſuche über die Leitungsfähigkeit verſchiedener Körper. 435. Marat's Vorſtellung von dem Weſen der leitenden und nichtleitenden Körper. 437. — Verbeſſerungen der Elektriſirmaſchine: der Cylindermaſchinen von

Nooth, Cavallo, 439. Nairne, 441. Adams 442. und Nicholſon, 443. und der Scheibenmaſchinen von Cuthberſon, le Roy, Ramsden, 447. Sigaud de la Fond, Graf von Brilhac, Kohlreif, Maggiotto 448. und v. Kienmayer. 449. Cuthberſon verfertigt die große Teylerſche Maſchine und eine ähnliche kleinere. 451. Die Scheibenmaſchinen verbeſſern ferner v. Marum, 454. Cuthberſon, 459. Reiſer und Wildt. 463. Ob die Scheibenmaſchinen oder die Cylindermaſchinen den Vorzug verdienen? 469. — Verſuche über die beſte Form des erſten Leiters. 471. Statt der Spitzen bedienen ſich Cuthberſon, Nicholſon und van Marum Empfangſtücke ohne Spitzen. 477. Vorſchläge, das Ableiten der Elektrizität durch die Glasſäulen zu verhüten. 478. Kohlreif's Verfahren, um negative Elektrizität zu erhalten, ändert v. Marum. 480. Statt der großen Glasſcheiben empfiehlt Jngenhouß Pappendeckel, 481. und eine mit wollenem Zeuge überſpannte Trommel giebt Lichtenberg an. 482. — Verbeſſerungen und neue Compoſitionen des Amalgama von Higgins, Bienvenu, v. Kienmayer, 483. Adams 485. und v. Marum. 486. Die Erſchütterungsflaſchen verbeſſern Henley, Bohnenberger 487. und Brook. 490. Das von dieſem bemerkte Ueberſtrömen der elektriſchen Materie über den Rand der Flaſche prüft Cuthberſon, 493. deſſen Erklärung ſein deutſcher Ueberſetzer beſtreitet. 495. — Zerbrochene Flaſchen wieder brauchbar zu machen, lehren Cavallo, Fokker und Nairne; 496. auch giebt Cavallo eine Vorrichtung an, damit die Flaſchen ihre Ladung lange Zeit behalten. 497. De Lüc's Theorie des Ladens und Entladens. 498. v. Marum beſchreibt die Wirkungen der Teylerſchen Maſchine. 501.

Wirkung der Elektrizität auf Metalle und Metallkalke. 502 — 505.

Beccaria's und de Milly's Verſuche über die Reduction der Metallkalke widerſprechen Cadet und Briſſon. 502. Verſuche von v. Marum und Paets van Trooſtwyk. 503.

Verſuche über die Wirkung der Elektrizität im luftleeren Raume. 505 — 508.

Von Morgan, 505. Cavallo 506. und Candi. 507.

Wirkung der Elektrizität auf das Waſſer und die elaſtiſchen Flüſſigkeiten. 509 — 515.

Carmoy's Verſuche über das Auslaufen des elektriſirten Waſſers aus Haarröhrchen. 509. Verſuche über die Wirkung des elektriſchen Funkens auf verſchiedene Gasarten von Cavendiſh 510. und v. Marum. 512.

Wirkung der Elektrizität auf den Puls und andere Sachen. 515 — 522.

Unterſuchungen, ob ſie den Puls beſchleunige? 516. v. Marum zeigt, daß ſie keinen Einfluß auf die Ausdünſtung habe. 517. Verſuche über die durch den elektriſchen Schlag auf Kartenblättern bewirkten Farbenveränderungen von Cavallo, 517. und über die Wirkungen deſſelben, wenn er über die Oberflächen gewiſſer Körper geleitet wird, von v. Marum. 521.

Andere merkwürdige Eigenſchaften der Elektrizität. 522 — 560.

Verſuche über den ſeitwärts gehenden Schlag, 522 f. über die Entſtehung der Zauberringe 530. und der farbigen Ringe auf der Oberfläche eines Stücks Metall, 533. und über das Verkalken der Metalle in verſchiedenen Luftarten. 536. v. Marum erforſcht, ob in der elektriſchen Flüſſigkeit Wärmeſtoff zugegen ſey? 537. Verſuche über die durch den elektriſchen Funken bewirkte Gasentwickelung aus Waſſer. 541. Pearſon erklärt, wie dieſe Gasarten durch die Elektrizität wieder in Waſſer verwandelt werden. 552. Seine Erklärungsart beſchreibt Nicholſon. 555. v. Marum's Verſuche über die Wirkung der angehäuften Elektrizität auf den Magnetismus. 558.

Atmoſphäriſche Elektrizität. 560 — 568.

Verſuche darüber von Cavallo, 560. de Sauſſüre, 562. Read 563. und Cotte. 564. Ihre Entſtehung erklären de Sauſſüre, Volta und de Lüc. 565. Luftelektrometer. 568.

Bemerkungen über die Spitzen. 568 — 573.

Die Wirkung derſelben erklären Cavallo, 568. de Lüc 571. und Chappe. 572.

Bemerkungen über den Blitz und die Blitzableiter. 573 — 609.

De Lüc erklärt die Entſtehung der Gewitter und des Blitzes. 573. Lampadius vergleicht den Blitz mit dem Papinianiſchen Digeſtor; 576. aber Reimarus behält die alte

Theorie bey. 578. Den von Brydone erzählten merkwürdigen Wetterſchlag erklärt Graf Stanhope aus dem elektriſchen Rückſchlage, welches Reimarus beſtreitet. 579. Heller's Verſuche über den Rückſchlag. 586. Die von Beccaria bemerkte ſtrahlende Elektrizität ahmt v. Marum nach. 590. Verſuche über die beſte Form der Blitzableiter von Wilſon, 590. Nairne, 591. v. Marum, 592. Haldane, 593. v. Arnim, 596. Reimarus 597. und Wolff. 605.

Entdeckter Galvanismus. 609 — 668.

Zuerſt bemerkt von Cotugno, aber wirklich entdeckt von Galvani. 610. Seine Verſuche. 611. Seine Theorie. 613. Wiederholung ſeiner Verſuche. 615. Volta's Verſuche. 617. Galvani's Theorie beſtreiten Caldani und Corradori; aber Aldini vertheidigt ſie. 619. Creve ſtellt Verſuche am menſchlichen Körper an, und betrachtet den Metallreitz als ein Erforſchungsmittel des wahren Todes, welches Klein weiter ausführt. 621. Monro, Fowler und Hunter finden, daß zwey verſchiedene Metalle genommen werden müſſen. 621. Sie bringen auch den Blitz vor den Augen hervor, welchen Verſuch Robinſon abändert. 622. Pfaff's Theorie. 623. Fernere Verſuche von Volta, und ſeine Theorie. 625. Fowler hält die galvaniſchen Erſcheinungen verſchieden von den elektriſchen; aber Volta zeigt die Identität beyder. 640. Gegen Volta's Theorie macht v. Humboldt einige Einwendungen. 642. Fernere Verſuche und Entdeckungen von Well, 643. Cavallo und Lind, 645. Creve, 647. Fabroni, 648. Aſh, 649. v. Humboldt 650. und Michaelis. 652. v. Humboldt's Theorie 652. bereichert Jadelot mit Zuſätzen. 656. Reinhold wiederholt v. Humboldt's Verſuche, und zu eben dem Zweck wird in Paris eine Commiſſion ernannt. 658. Ritter's Verſuche 659. veranlaſſen v. Arnim, über die Wirkung der Kettenverbindung auf die Beſchleunigung des chemiſchen Prozeſſes Verſuche anzuſtellen. 665.

Voltaſche Säule, und damit gemachte Entdeckungen. 668 — 838.

Beſchreibung der Voltaſchen Säule und der damit angeſtellten Verſuche. 669 f. Sie werden wiederholt und vermehrt von Carliſle und Nicholſon, 673. Cruikſhank 677. und Henry. 679. Fernere Verſuche von Cruikſhank, der auch eine bequemere Einrichtung der Säule erfindet, 681.

Davy,

Davy, 687. Haldane, 696. Voigt und Ritter, die den Apparat abändern. 697. Ritter behauptet von neuem die Einfachheit des Waſſers. 701. Voigt ändert die Säule, und ſtellt Verſuche damit an. 703. Fernere Verſuche von Robertſon, der ein Galvanometer erfindet, 705. Gilbert, Horkel und Schimming, 706. Pfaff 708. und Boeckmann, der Säulen nach verſchiedener Conſtruction aufbauet. 712. Ritter entdeckt die galvaniſche Anziehung und Abſtoßung. 717. Verſuche von Hedebrand, Treviranus, der den Einfluß des Galvanismus auf Pflanzen entdeckt und Ritter's Sätze prüft, 718. Grimm, wobey Klinger den Apparat verbeſſert, 721. Trommsdorf, 722. Bremer, Erman, Simon, Grapengießer, Bourguet, v. Hellwig und Tawaſt, 724. Steffens, 729. und Oerſtädt, der den Apparat verbeſſert, 730. woran Grapengießer noch einiges abändert. 731. Ritter's fernere Verſuche. 732. Er ſchlägt ein neues Galvanoſkop vor, das Seyffert ausführt, 738. ſtellt Verſuche an über die Entbindung der Salpeterſäure, 739. entdeckt den Einfluß der Größe der Platten auf das Funkengeben, 744. und unterſucht das Verbrennen der Metalle in atmoſphäriſcher Luft und das quantitative Verhältniß der Gasarten. 747. Verſchiedene Conſtructionen der Säule von v. Arnim, Boeckmann, 748. Volta, Erman und Gruner, und Gilbert. 749. v. Arnim giebt eine Theorie der Säule 750. und wiederholt Ritter's Verſuche über die Bildung der Salpeterſäure. 752. Gegen ſeine Namenänderung der Pole macht Ritter Einwendungen, 754. deſſen Schlüſſe Gilbert durch die Erfahrung beſtätigt, wogegen ſich v. Arnim vertheidigt, und Trommsdorf beyden Recht giebt. 756. Gerboin erfindet eine eigene Vorrichtung, um die Anziehung der galvaniſchen Materie anſchaulich zu machen. 757. Erman's Verſuche über die Elektrizität der Säule. 760. Er beſtätigt gegen v. Humboldt, daß die galvaniſche Wirkung eben ſo wie die elektriſche geleitet wird. 765. Seine Theorie. 768. Gruner bemerkt die Entſtehung ſchwarzer Dendriten und ſucht ſie zu erklären. 776. Dieſe Verſuche wiederholt Pfaff. 779. Daß ſich Gruner geirrt habe, wenn er bey ſeinen Verſuchen nicht den geringſten Verluſt an Waſſer erlitten haben will, bemerkt Gilbert. 780. Verſuche mit der Voltaſchen Säule von Hellwig, Tohavsky und v. Liegteny. Beſchreibung

ſchreibung ihres Apparats. 781. Remer's Verſuche mit Zinkſilberſäulen. 782. Verſuche in Frankreich von Fourcroy, Vauquelin und Thenard, 782. Monge, Desormes 784. und Lehot. 785. Ritter vertheidigt ſeine Methode, die Einfachheit des Waſſers darzuſtellen, die aber Trommsdorf beſtreitet, und ſtellt gegen die Verſuche der Franzoſen Gegenverſuche an. 787. Volta's Theorie des Galvanismus. 789. Ueber ſeine Verſuche ſtattet Biot dem Nationalinſtitute Bericht ab, und unterſtützt ſie durch Berechnungen. 802. Fernere Verſuche mit der Voltaſchen Säule von Buchholz, 807. v. Marum, 808. Heidmann 810. und Wollaſton. 814. Prieſtley's Theorie. 814. Tourdes bemerkt den Einfluß der Voltaſchen Säule auf das Blut. Verſuche von Marechaux, der einen Galvanometer angiebt, 815. Reinhold und Erdmann. 817. Seine Hypotheſe über das Ueberſtrömen der elektriſchen Materie beſtätigt Trommsdorf. 820. Parrot's Theorie. 821. Erdmann verbeſſert den Cruikſhankſchen Trogapparat. 824. Hauff's Verbeſſerung des Apparats verwirft Volta. 826. Verſuche, das galvaniſch-elektriſche Fluidum zu leiten, von Baſſe 828. und Erman. 834. Anwendung der Voltaſchen Säule in Krankheiten. 838.

Neuere Erfindungen des elektriſchen Apparats und hieher gehörige Beobachtungen. 838 — 854.

Coulomb erfindet eine elektriſche Wage, 839. v. Hauch ein Ausladeelektrometer, 840. Cuthberſon ein Univerſalelektrometer, 841. Vaſalli einen Apparat, um die Elektrizität gewiſſer durch ſcharfe oder ſtumpfe Metallkanten abgeſchabter Stoffe zu unterſuchen, 841. und Cuthberſon einen Apparat, um die bey der Oxydation der Metalle ſtatt findende Abſorption der Luft bemerklich zu machen. 843. Verſuche über die Lichtenbergiſchen Figuren von Kortum 844. und Aldini, 846. der auch flüſſige Körper dazu gebraucht. 847. v. Arnim's Verſuche über die Elektrizität verſchiedener Pulvergemenge, 848. und ſeine Bemerkungen über die Leitungsfähigkeit der Körper. 851. Bohnenberger giebt verſchiedene Einrichtungen von Elektrizitätsverdopplern und Multiplikatoren an. 854.

Elektrizität einiger Körper. 854 — 855.

Außer dem Tourmalin wird die Eigenſchaft, durch Erwärmung elektriſirt zu werden, auch am braſilianiſchen und ſibiriſchen hochgelben Topas und am kryſtalliſirten Galmey entdeckt. Die Elektrizität des Boracits entdeckt Haüy. 854.

Nordlicht und einige andere feurige Lufterſcheinungen. 855 — 859.

Theorie des Nordlichts von Bertholon de St. Lazare, die Lichtenberg mit Anmerkungen bereichert, 855. und Hube. 856. — Ein merkwürdiges Wetterleuchten beobachtet Blach. Reimarus erklärt das Wetterleuchten und das St. Elmusfeuer. 859.

Elektriſche Fiſche. 859 — 862.

Der Zitterwels und der elektriſche Stachelbauch. 860. Die elektriſchen Stöße der Fiſche erklärt Volta, 861. und Geoffroy beſtätigt dieſe Erklärung. 862.

Meynungen über das Weſen der Elektrizität. 863 — 869.

Ob es nur eine, oder zwey elektriſche Materien giebt? 863. Hypotheſen über das Weſen der Elektrizität von Karſten, de la Metherie, Candi, de Lüc, Lichtenberg, 865. Gren, 866. Peart, Gardini 868. und Schrader. 869.

Achtes Kapitel. Meynungen und Entdeckungen in der Lehre vom Magnetismus. 869 — 920.

Beobachtungen und Verſuche. 869 — 887.

Bennet entdeckt den Magnetismus im reinen Kobalt, und v. Humboldt in einem Serpentinſtein. 870. Beobachtung einer Abweichung der Nadel am Fuße der Schnarcher am Harze. 871. Wächter erklärt dieſe Erſcheinung und entdeckt noch einen andern natürlichen Magneten. 872. Auch Haüy bemerkt mehrere Arten von natürlichen Magneten. 873. Coulomb behauptet, daß alle Körper von der Wirkung des Magnets afficirt werden, und daß ſich die Größe dieſer Einwirkung meſſen läßt. 875. Daß eine wirkliche Mittheilung der magnetiſchen Materie bey dem Streichen ſtatt finde, behaupten Euler, Fuß und Lichten-

Lichtenberg. 876. De Sauſſüre erforſcht, ob die magnetiſche Kraft an verſchiedenen Orten veränderlich ſey. 877. Sein Magnetometer. 878. Reſultate der damit angeſtellten Verſuche. 880. Coulomb's Verſuche über die magnetiſche Kraft. 881. Seine Methode, künſtliche Magnete zu verfertigen. 885. Vaſalli giebt eine Methode an, Magnete zu bilden, die unveränderlich nach den Polen der Erde zeigen. 886. Lüdicke's ſonderbare Art, Magnetismus zu ſammeln und anzuhäufen. 887.

Magnetnadel. 887 — 890.

Coulomb findet die pfeilförmige Geſtalt derſelben am beſten. Methoden, die Magnetnadeln frey aufzuhängen. Vorrichtungen, um die Abweichung möglichſt genau zu beobachten. 888. Abweichungscharten. Burckhardt findet eine Formel, wonach er die Abweichung berechnet. Beobachtungen der täglichen Veränderung der Magnetnadel von Cotte und Caſſini, 889. und Macdonald. 890.

Wirkung des Magnetismus auf den thieriſchen Körper. 890 — 892.

Meßmer's Prahlereyen. Ingenhouß's Urtheil darüber. 891.

Meynungen über die Urſache des Magnetismus. 892 — 920.

Coulomb führt einige Phänomene an, die dem Syſteme von einer oder von zweyen magnetiſchen Flüſſigkeiten entgegengeſetzt zu ſeyn ſcheinen. 892. v. Kratzenſtein leitet die magnetiſchen Erſcheinungen aus einer wellenförmigen Bewegung der magnetiſchen Materie her; Gabler und Rittenhouſe halten die Eiſentheilchen für Magnete, die wegen ihrer Lage keine magnetiſche Erſcheinungen äußern können. 894. v. Swieten erklärt ſich ganz gegen die Annahme magnetiſcher Flüſſigkeiten. Prevoſt bringt ſeine Theorie mit le Sage's mechaniſcher Phyſik in Verbindung. 895. Er ſieht den Magnet als einen einzigen Pol an, der mit reiner Flüſſigkeit erfüllt iſt. Phänomene, die er daraus erklärt. 897. Seine Vermuthung über die Abweichung der Magnetnadel. 900. Kirwan's Ideen über die Entſtehung und Wirkung des Magnetismus. 901. De la Metherie's Hypotheſe. 910.

v. Arnim's Ideen zu einer Theorie des Magnets. 911.
Eſchenmeyer's Theorie des Magnetismus aus den Principien der metaphyſiſchen Naturwiſſenſchaft entwickelt. 920.

Viertes

Viertes Kapitel.

Entdeckungen und Beobachtungen in der Lehre vom Feuer.

Weſen des Feuers.

Es iſt ſchon oben bemerkt worden, daß man den Ausdruck Feuer ſehr oft mit dem der Wärme verwechſelt hat, und daher eine Verwirrung entſtanden iſt, welche beſonders in dieſer Zeitperiode um deſto fühlbarer wurde, wo man die Vorſtellungen von dem ſogenannten Feuerweſen ſo mannigfaltig abgeändert und umgemodelt hat. Ueberhaupt muß ich ſchon im Voraus bemerken, daß man bis jetzt das Weſen des Feuers eben ſo wenig enthüllt hat, als die ſogenannte Wärme- und Lichtmaterie. Stahl hatte das Feuer von ſeinem Phlogiſton ausdrücklich unterſchieden; dagegen haben viele Chemiker, z. B. Baumé[a]), Weigel[b]), Wallerius[c]) und andere das Phlogiſton oder den Brennſtoff für weiter nichts gehalten, als für das Feuer ſelbſt, welches nur in den verbrennlichen Körpern auf verſchiedene Art gebunden ſey, bey der Verbrennung aber frey werde. Nach Wei-

a) Erläuterte Experimentalchymie, a. d. Franz. Th. I. Leipz. 1775. 8. S. 132. f.

b) Grundriß der reinen und angewandten Chemie. Greifswalde 1777. 8.

c) De materiali differentia luminis et ignis in diſput. acad. faſcic. I. Holm. et Lipſ. 1780. 8. n. VIII.

Weigel und Baumé iſt das Feuer eine Materie, welche Licht und Wärme als Wirkungen hervorbringt, und, wenn ſie als Beſtandtheil in einen Körper eingeht, hält ſie ſich entweder in ihnen frey auf, macht den Grundſtoff der Cauſticität aus, und wird das Feuerweſen genannt, oder ſie iſt durch eine feine Erde gebunden, und heißt alsdann das Brennbare. Wallerius hält den wärmeerregenden Stoff für eine höchſt feine, flüſſige, bewegliche, flüchtige und elaſtiſche Subſtanz, welche mit der Lichtmaterie verbunden iſt, und von derſelben in Wirkſamkeit geſetzt wird, an eine feine Erde gebunden aber das Phlogiſton giebt.

Scheele[d]) betrachtet das Brennbare als eine einfache elementariſche Subſtanz, welche, mit der firen Luft oder der von ihm ſogenannten Luftſäure verbunden, die Feuerluft (dephlogiſtiſirte Lebensluft) giebt. Dieſe Luft verwandelt ſich durch Vereinigung mit einer geringern oder größern Menge vom Brennbaren in die ſtrahlende Hitze, welche nach Art einer mit Brennbarem verbundenen Säure auf die Körper wirkt, und die Empfindung der Wärme nebſt den Wirkungen des Feuers hervorbringt. Die ſtrahlende Hitze iſt alſo nach dieſer Theorie die eigentliche Materie des Feuers. Verbindet ſie ſich noch mit mehrerem Brennbaren, ſo entſteht Licht, und zuletzt endlich das entzündbare Gas. Das Feuer iſt der Zuſtand, worin die brennenden Körper mit Hülfe der Feuerluft kommen, nachdem ſie vorher einen gewiſſen Grad der Hitze empfangen haben, wobey das Brennbare mit den andern Subſtanzen, mit welchen es verbunden war, gewaltſam losgeriſſen wird, und dadurch eine Auflöſung der Körper

d) Chemiſche Abhandlung von der Luft und von dem Feuer. Upſ. und Leipz. 1777. 8.

Körper in ihre Beſtandtheile und eine gänzliche Zerſetzung derſelben verurſacht. Dieſe Theorie hat Scheele nicht allein mit vielen Verſuchen unterſtützt, ſondern ſie iſt auch von Bergmann in ihren vornehmſten Theilen gebilligt worden. Sie hat ihren vorzüglichen Grund darin, daß Scheele durch ſehr feine Verſuche in der Lichtmaterie ein brennbares Weſen fand, und daher zu entdecken glaubte, die Lichtmaterie wirke nicht ganz ſo, wie das Brennbare ſelbſt, daher er auch die Lichtmaterie nicht für eine einfache Subſtanz halten wollte. Gegen dieſe Schlüſſe, welche Scheele aus ſeinen Verſuchen gezogen hat, ſind indeſſen von Wallerius erhebliche Einwendungen gemacht worden.

Nach Lavoiſier[e]) beſteht der Stoff des Feuers oder Lichts aus einer ſehr feinen, ſehr dünnen und ſehr elaſtiſchen flüſſigen Materie, welche unſere Erde von allen Seiten umgiebt, die Körper, welche ihn zuſammenſetzen, mit größerer oder geringerer Leichtigkeit umgiebt, und wenn ſie frey iſt, ſich in allen ins Gleichgewicht zu ſetzen ſtrebt. Wie er aber den Akt des Verbrennens der verbrennlichen Körper erklärt, ſoll weiter unten erzählt werden.

Um die Materie des Feuers dem Auge ſichtbar zu machen, hat ſich vorzüglich Marat[f]) außerordentliche Mühe gegeben. Er gebrauchte hierzu ein Sonnenmikroſkop im dunkeln Zimmer, und glaubte mittelſt

e) Mémoir. ſur la combuſtion, in den Mémoir. de Paris 1777. überſ. in ſeinen Werken von Weigel. Th. III. Greifsw. 1783. 8. S. 170.

f) Découverte ſur le feu, l'électricité et la lumière. à Paris 1779. 8. überſetzt mit Anmerkung. von Weigel. Leipz. 1783. 8.

telſt deſſelben aus glühenden Körpern eine Materie in Geſtalt feuriger Wellen aufſteigen geſehen zu haben, welche ganz eigene Verbindungen gegen andere Materien, welchen ſie begegnete, z. B. gegen Waſſer, Salze, Erden, Metalle u. dergl. äußerte. Seine vielfältigen Beobachtungen ließen ihn ſchließen, daß dieſe Materie von dem Lichtſtoffe, dem Brennſtoffe, der elektriſchen Materie weſentlich verſchieden ſey. Er nannte ſie Feuermaterie oder feurige Flüſſigkeit, und hielt ſie für eine eigene Subſtanz, deren Theile ungemein fein, ſchwer, beweglich, äußerſt hart, kugelförmig und ſehr durchſichtig ſind; ſie macht einen Beſtandtheil der Körper aus. Befindet ſie ſich in Thätigkeit, ſo entſteht Feuer, indem ſie durch die Bewegung ihrer Theile Wärme und Flamme bildet. Marat brachte in den Lichtkegel des Sonnenmikroſkops nicht allein ſolche Körper, welche vom Feuer verzehrt werden, z. B. brennende Kerzen, glühende Kohlen und dergl. ſondern auch ſolche, welche von ihrer Subſtanz nichts weiter verlieren, z. B. glühende Stückchen Silber, Bergkryſtall, Porzellan u. dergl.; bemerkte aber jederzeit auf der weißen Leinwand, die das Bild auffing, einen hochſteigenden weißen Cylinder, welcher ſich oberwärts ausdehnte, und lauter gekräuſelte Wellen verbreitete. Er führt ſogar an, daß ſich die aufſteigende Säule durch den Blaſebalg aus ihrer geraden Richtung habe bringen, und ſeit= oder unterwärts habe lenken laſſen. Allein es iſt hierbey ohne Zweifel eine Täuſchung vorgegangen; denn eine ſolche Erſcheinung würde auf eine ſehr grobe Materie des Feuers hinweiſen, welches wohl ſchwerlich behauptet werden könnte. — Außerdem führt Marat noch Verſuche an, welche beweiſen ſollen, daß heiße und glühende Körper ſchwerer werden. Hierzu nahm er ſolche Kör-

per,

per, welche im Feuer nicht leicht etwas von ihren Beſtandtheilen verlieren. Eine 6 Unzen ſchwere ſilberne Kugel hatte beym Rothglühen $5\frac{1}{2}$ Gran mehr am Gewichte, und eine bis zum Weißglühen erhitzte kupferne Kugel von 15 Unzen 6 Quentch. wog, unerachtet ſie nach dem Erkalten 3 Gran von ihrer Subſtanz verloren hatte, glühend doch 2 Gran mehr. Dieſen Verſuchen zu Folge hielt er die feurige Flüſſigkeit für eine ſchwere Materie, ja er glaubte ſogar, daß ſie ſpecifiſch ſchwerer, als Luft ſey.

Bey mehreren Phyſikern und Chemikern iſt es nicht allemal zu errathen, ob ſie unter dem Ausdrucke Feuer bloß Wärme, oder Wärme und Licht zugleich verſtehen. Gren [g]) druckte ſich zuerſt beſtimmter aus, und verſtand unter dem Ausdrucke Feuer denjenigen Zuſtand der Körper, in welchem ſie Wärme und Licht zugleich mittheilen oder ausſenden, mithin zugleich erwärmen und erleuchten. Da aber nach Grens Meinung das Licht aus Wärmeſtoff und Brennſtoff zuſammengeſetzt iſt, ſo müßte bey jeder Lichterſcheinung auch jederzeit Feuer ſeyn.

Die meiſten Phyſiker dieſes Zeitraums ſind aber fortgefahren, wie de Lüc, Pictet, Prevoſt u. a. den Wärmeſtoff Feuer zu nennen, und das Wort Feuer behält daher noch immer einen zweydeutigen Sinn, indem einige es für die Urſache aller Wärme, andere bloß für den Zuſtand der mit Licht begleiteten Wärme gebrauchen.

Daß zur Unterhaltung der Flamme der verbrennlichen Körper ein freyer Zugang der atmoſphäriſchen Luft

g) Grundriß der Naturlehre. 3te Aufl. Halle 1797. 8. §. 799.

Luft nothwendige Bedingung ſey, war aus der Erfahrung hinlänglich bewieſen; allein man konnte noch nicht den Grund angeben, warum ſie gegenwärtig ſeyn müſſe. Zwar ſagt Erxleben [h]), man wiſſe jezt mit Gewißheit, daß die Luft der Flamme den Dienſt leiſte, daß ſie das Wäſſerige und andere Theile, welche ſich etwa mit in der Flamme befinden, und ſelbſt zur Bildung derſelben nichts beytragen können, auflöſen und fortführen muß, damit dieſe Theile die Flamme nicht auslöſchen. Vielleicht müſſe aber auch die Luft die Theile der Flamme ſelbſt bey einander halten, damit ſie ſich nicht zerſtreuen, ohne eine Flamme zu bilden. Hieraus ließe ſich auch begreifen, warum in der Kälte eine Flamme lebhafter brenne, als in der Hitze. Dagegen erinnert aber Lichtenberg mit Recht: fixe Luft, oder phlogiſtiſche, oder inflammable Luft u. ſ. f. würde die Flamme eben ſo gut zuſammenhalten und die wäſſerigen Theile fortführen, als die atmoſphäriſche, und dennoch verlöſcht ein Licht in ſelbigen augenblicklich.

Nachdem die Natur der brennbaren Luft genauer unterſucht wurde, ſo kam man durch verſchiedene Verſuche auf den Gedanken, daß die Flamme der entzündeten Körper nichts weiter ſey, als eine entzündete Miſchung brennbarer und reiner Luft, wovon jene aus dem brennbaren Körper, und dieſe aus der atmoſphäriſchen Luft komme. Dieſe Muthmaßung hatte zuerſt Volta [i]). Da aber nach Stahls und Anderer Beobachtungen bey jeder Flamme wäſſerige Theile anzutref-

h) Anfangsgründe der Naturwiſſenſchaft. §. 442.

i) Lettere ſull' aria nativa delle paludi. Como 1776. 8. Briefe über die natürlich entſtehende entzündbare Sumpfluft, a. d. Italien. Winterthur 1778. 8.

zutreffen ſind, welche ſogar bey den reinſten Flammen als Waſſer aufgefangen werden können, ſo wußte man hiervon noch keine wahrſcheinliche Urſache anzugeben. Endlich aber entdeckten Cavendiſh, Watt, Lavoiſier und la Place, daß eine Miſchung von brennbarer und atmoſphäriſcher Luft durch die Abbrennung in Waſſer verwandelt werde, und hieraus ließ ſich nun die Entſtehung des Waſſers bey jeder Flamme erklären. Nur iſt es hierbey noch bis jetzt ſtreitig, ob das Waſſer aus Beſtandtheilen der zerſetzten Luftarten erzeugt, oder ob es aus den zerſetzten Luftarten ſelbſt nur abgeſchieden werde.

Nach der Theorie, welche Scheele vom Feuer entworfen hat, iſt die Materie der Hitze eine Zuſammenſetzung von Brennbarem und reiner Luft, welche durch ſeine Anziehung aus dem brennenden Körper immer mehr Brennbares entwickelt, und hierdurch immer mehr Intenſität erhält. Zuletzt verwandelt ſich die mit Brennbarem überſättigte reine Luft in Licht und brennbare Luft, und hieraus läßt ſich die Entſtehung der Flamme, nach Volta's Meinung, ſehr leicht ableiten.

Crawford hat über die Natur der Flamme gar nichts Beſtimmtes angegeben. Rich. Kirwan [k]) aber hat Crawford's Theorie mehr zu erläutern und darzuthun geſucht, daß das Brennbare bey der Verbrennung in Geſtalt eines luftförmigen Stoffs entwickelt

k) Experim. and obſervat. on the ſpecific gravities and attractive pawers, of various ſal. ſubſtances &c. Lond. 1781. Verſuche und Beobachtungen über die Salze, und die neu entdeckte Natur des Phlogiſton, a. d. Engl. von Crell. Berlin und Stett. 1783. 8.

wickelt werde, und eigentlich nichts weiter ſey, als eine von fremdartigen Stoffen gereinigte brennbare Luft.

De Lüc unterſcheidet bei Entſtehung der Flamme vorzüglich zwey Fälle. Bey dem erſtern wird die zur Verbrennung erforderliche reine Luft nicht zerſtört, ſondern allein durch fixe Luft vermittelſt Umwandlung oder Unterſchiebung erſetzt. Dieß erfolgt z. B. bey der Verbrennung der Kohle und anderer bloß glühender Körper, auch zum Theil bey den gemeinen Lampen und Kerzen, und überhaupt bey den ſchwach mattbrennenden Flammen. In dieſem Falle ſcheint die Verrichtung der dephlogiſtiſirten Luft bloß die zu ſeyn, daß ſie nur die ſchwere Subſtanz, welche ſich aus dem brennenden Körper entwickelt, und einen Beſtandtheil der brennbaren Luft ausmacht, aufnimmt. Dieſe ſchwere Subſtanz iſt nach de Lüc das ſogenannte Phlogiſton der Chemiker, welches das Feuer bildet, ohne daß dabey brennbare Luft entwickelt wird. Hierdurch verwandelt ſich die Luft auf eine noch ſehr dunkele Art in fixe Luft. Es kommt alſo das bemerkte Feuer nicht aus der Luft, ſondern ganz allein aus dem brennenden Körper. Da nun noch außerdem die fixe Luft zu ſchwer iſt, und daher durch die Wärme nicht ſo leicht erhoben werden kann, wodurch der Zufluß anderer reiner Luft merklich verhindert wird, ſo erhellet hieraus die weit geringere Menge Feuer. Was den zweyten Fall betrifft, ſo wird die dephlogiſtiſirte Luft durch wirkliche Verbrennung dadurch zerſetzt, daß ſich die aus dem brennbaren Körper wirklich entwickelte brennbare Luft mit der dephlogiſtiſirten vermiſcht. Dieß geſchieht bey der Verbrennung des Phosphors, und überhaupt bey lebhafteren Flammen. In dieſem Falle kommt alſo das Feuer nicht allein aus dem verbrennlichen Körper,

ſon-

ſondern aus der Zerſetzung der Luft wird auch ein ſehr großer Theil frey. Es entſteht daher auch eine ſehr große Hitze; der nöthige Grad der brennenden Wärme iſt bey der Vermiſchung der brennbaren und der dephlogiſtiſirten Luft vorhanden, ſie zerſetzen ſich, und verwandeln ſich in einen mit freyem Feuer überladenen Waſſerdunſt. Die Flamme iſt dieſer Dunſt ſelbſt, und ihr Glanz rührt von der Zerſetzung eines Theils des freyen Feuers her, welcher deſto ſtärker wird, je größer die Dichtigkeit des freyen Feuers iſt. Nachdem der Waſſerdunſt ſein Feuer an dem Orte, welchen die Flamme anzeigt, fahren gelaſſen hat, ſo vermiſcht er ſich mit der obern Luft, und erhebt ſich ſchnell mit ihr; daher folgt ihr die untere Luft mit eben der Schnelligkeit um die Flamme herum nach, und erneuert alſo dieſelben Wirkungen.

Was die Farbe der Flamme betrifft, welche bey verſchiedenen verbrennlichen Körpern auch ſehr verſchieden ſeyn kann, ſo leitet Gren dieſe aus dem verſchiedenen quantitativen Verhältniſſe des Brennſtoffs zum Wärmeſtoffe bey ihrer Verbindung durchs Verbrennen her.

Beobachtungen bey der Erzeugung des Feuers und der Verbrennung der Körper.

Daß bey der Entſtehung des Feuers und der Verbrennung der verbrennlichen Körper der freye Zutritt der atmoſphäriſchen Luft nothwendige Bedingung ſey, war allgemein bekannt. Man iſt aber auf ihre Veränderung bey dem Akt des Verbrennens erſt ſeit Prieſtley's Unterſuchungen über die Gasarten aufmerkſam geworden. Die im vorigen Bande erzählten Thatſachen beweiſen, daß nur unter folgender Bedingung

eine Verbrennung ſtatt finde, wenn die Luft einen Antheil von reiner Luft enthält. Nun hatte Lavoiſier gefunden, daß die verbrennlichen Körper gerade ſo viel am Gewichte zunahmen, als die Luft am Gewichte abgenommen hatte. Dieſe und andere Erſcheinungen beſtimmten Lavoiſier'n, das bisher vertheidigte Stahliſche Phlogiſton lebhaft zu beſtreiten. Er bemerkt [1]), daß man beym Verbrennen der Körper überhaupt folgende vier Erſcheinungen wahrnehme, welches Geſetze zu ſeyn ſchienen, von denen die Natur ſich nie entferne:

1. Bey jedem Verbrennen wird Feuer- oder Lichtſtoff entbunden.

2. Die Körper können nur in ſehr wenigen Luftarten brennen, oder das Verbrennen findet eigentlich nur in einer einzigen Luftart, der reinen Luft, ſtatt. Die verbrennlichen Körper brennen nicht allein im leeren Raume, oder in irgend einer andern Luftart, nicht, ſondern verlöſchen in denſelben ſogar eben ſo ſchnell, als wenn man ſie in Waſſer, oder eine andere beliebige Flüſſigkeit tauchte.

3. Bey jedem Verbrennen erfolgt eine Zerſtörung oder Zerlegung der reinen Luft, in welcher das Verbrennen vor ſich geht, und der verbrannte Körper nimmt genau in dem Verhältniſſe der Menge zerſtörter oder zerlegter Luft am Gewichte zu.

4. Bey jedem Verbrennen wird der verbrannte Körper durch Zuſatz des Stoffes, welcher ſein Gewicht vermehrt hat, zu einer Säure; ſo iſt z. B., wenn

1) Mémoir. ſur la combuſtion en general in den Mémoir. de Paris. an. 1777. S. 592 — 600. überſ. in Crell's neueſten Entdeckung. Th. V. S. 188 — 194.

wenn man Schwefel unter einer Glocke verbrennt, das Produkt des Verbrennens Schwefelſäure u. ſ. f.

Die Verkalkung der Metalle ſey genau denſelben Geſetzen unterworfen, und mit ſehr vielem Rechte habe ſie Macquer als ein langſames Verbrennen angeſehen; bey jeder Verkalkung werde alſo 1. Feuerſtoff entbunden, 2. könne keine wahre Verkalkung anders, als in der reinen Luft, ſtatt finden, 3. erfolge dabey eine Verbindung der Luft mit dem Körper, welcher verkalkt werde, nur mit dem Unterſchiede, daß daraus, anſtatt eine Säure, eine beſondere Verbindung entſtehe, welche unter der Benennung eines Metallkalks bekannt ſey.

Dieſe verſchiedenen Erſcheinungen bey der Verkalkung der Metalle und bey dem Verbrennen ließen ſich nach der Stahliſchen Lehrmeinung auf eine ſehr glückliche Weiſe erklären, aber man müſſe mit ihm vorausſetzen, daß Feuerſtoff, gebundenes Brennbares, in den Metallen, dem Schwefel und allen Körpern, welche er als verbrennlich anſehe, vorhanden ſey; verlange man nun aber von den Anhängern der Stahliſchen Lehre, daß ſie das Daſeyn des Feuerſtoffs in den verbrennlichen Körpern beweiſen ſollten, ſo müßten ſie nothwendig in einen fehlerhaften Kreisſchluß gerathen, und genöthigt ſeyn zu antworten, daß die verbrennlichen Körper Feuerſtoff enthalten; nun ſey es aber leicht einzuſehen, daß dieß, bey weiterer Zergliederung, das Verbrennen durchs Verbrennen erklären heiße.

Das Daſeyn des Feuerſtoffs, des Brennbaren in den Metallen, in dem Schwefel u. dergl. ſey alſo wirklich nur eine Lehrmeinung, eine willkührliche Vorausſetzung, welche einige von den Erſcheinungen beym

Ver-

Verkalken und Verbrennen zwar erkläre, wenn man ſie einmal angenommen habe; wenn er aber zeige, daß ſich dieſe Erſcheinungen auf eine eben ſo natürliche Weiſe nach der entgegengeſetzten Lehrmeinung erklären laſſen können, ſo werde das Stahliſche Lehrgebäude bis auf ſeine Grundlage erſchüttert werden.

Nach Lavoiſier's Meinung iſt die reine Luft der verbrennliche Körper, und vielleicht der einzige in der Natur, und man habe, um die Erſcheinungen beym Verbrennen zu erklären, nicht mehr anzunehmen nöthig, daß in allen Körpern, welche wir verbrennlich nennen, eine unermeßliche Menge Feuer gebunden ſey, ſondern daß es im Gegentheil ſehr wahrſcheinlich ſey, daß von demſelben wenig in den Metallen, dem Schwefel, dem Phosphor und den mehrſten ſehr feſten, ſehr ſchweren und ſehr dichten Körpern, und vielleicht ſelbſt in dieſen Stoffen nur freyer Feuerſtoff vermöge der Eigenſchaft zugegen ſey, welche dieſer Stoff beſitze, ſich mit allen umgebenden Körpern ins Gleichgewicht zu ſetzen.

Wenn man ſehr reine Kohle in Lebensluft verbrenne m), ſo verſchwinde die Kohle ganz, und die Lebensluft verwandele ſich in fixe Luft. Geſchehe die Operation in einem verſchloſſenen Gefäße, welches vor und nach dem Verbrennen genau gewogen ſey, ſo bemerke man weder Zunahme noch Abnahme am Gewicht, aber ſtatt daß 1 Cubikzoll der Luft, welche ſich in dem Gefäße befinde, worin die Operation vorgenommen wurde, ſonſt 0,47317 Gran wog, wiegt er nun 0,695 Gran, und die Vermehrung des abſoluten Gewichts

m) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. an. 1783. p. 416.

wichts dieſer Luft iſt dem Gewichte der verbrannten Kohle völlig gleich.

Frage man nun die meiſten Chemiker, welche Anhänger von Stahl's Lehre ſind, nach der Erklärung dieſer Erſcheinungen, ſo ſeyen ſie gezwungen, anzuerkennen: 1. daß ſich Wärme und Lichtmaterie entwickele, welche durch die Gefäße gehe, und ſich zerſtreue. Da nun das Gewicht der Gefäße, in welchen man den Verſuch anſtelle, weder ab- noch zunehme, ſo müßten ſie folglich eingeſtehen, daß die Feuer- und Lichtmaterie nicht merklich ſchwer ſey. 2. Müßten ſie zugeben, daß bey dem Verbrennen ſich eine eigene Säure, die fixe Luft, bilde; das Gewicht dieſer Säure ſey ferner der Summe der Gewichte der Lebensluft und der Kohle gleich, woraus dann unwiderſprechlich folge, daß ſich in der Kohle ein ſchwerer Körper befinde, der nicht durch die gläſernen Gefäße dringen könne, und der folglich weder Feuer- noch Lichtmaterie ſey. Man ſehe alſo bey dem Verbrennen der Kohle, daß die Nachfolger von Stahl den Namen Phlogiſton zwey ſehr verſchiedenen Subſtanzen geben: der nicht ſchweren Materie, die durch die Poren der Gefäße davon gehe, und der ſchweren Materie, die ſich mit der Lebensluft vereinige, um fixe Luft zu bilden. Die Nachfolger von Stahl verwechſelten alſo zwey ſehr verſchiedene Subſtanzen, ein nicht ſchweres und ein ſchweres Phlogiſton, wovon das eine die Materie der Wärme, das andere ſie nicht ſey.

Auch nähmen die Nachfolger von Stahl, ohne es zu wiſſen, zwey Arten von Phlogiſton bey der Reduktion der Metallkalke an. Die Reduktion des Gold-, Silber- und Queckſilberkalks geſchehe allein durch die Wärme und ohne Zuſatz; man erhalte reducirtes Metall,

tall, und die Lebensluft, die damit verbunden wäre; auch ſey die Summe der Gewichte der Luft und des Metalls dem Gewichte gleich, welches der Metallkalk vor der Reduktion gehabt habe. Dieſe Arten von Reduktionen könne man nach Stahl's Syſtem nicht anders erklären, als: die Lichtmaterie, welche ſich im Ofen aus den Kohlen entwickele, gehe durch die Poren der Gefäße, und verbinde ſich mit dem Metalle. Weil nun bey dieſem Verſuche das Gewicht der erhaltenen Luft und des Metalls nicht das Gewicht des Metallkalks übertreffe, ſo ſey klar, daß, wenn ſich auch Phlogiſton mit dem Metalle verbinde, dieſes Phlogiſton nichts wiegen könne.

Hingegen bey der Reduktion der andern Metalle müſſe man irgend einen kohligen Stoff zuſetzen, man erhalte alsdann fixe Luft, und das Metall werde reducirt, aber das ganze Produkt finde man um das Gewicht der verbrauchten Kohle vermehrt. Hier ſey alſo ein materielles und ſchweres Phlogiſton, die Nachfolger von Stahl ſeyen daher gezwungen, den Namen Phlogiſton zwey ſehr verſchiedenen Subſtanzen zu geben, der Licht- und Feuermaterie, die nicht ſchwer iſt, und der kohligen Subſtanz, welche ſchwer iſt.

Aus allen dieſen und noch mehrern Bemerkungen ſchließt nun Lavoiſier, daß die Chemiker aus dem Phlogiſton ein unbeſtimmtes Phlogiſton gemacht hätten, welches nicht ſtreng erklärt werden könne, und folglich zu allen Erklärungen paſſe, zu welchen man es gebrauchen wolle. Bald ſey es ein ſchwerer Grundſtoff, bald nicht, bald ſey es freyes Feuer, bald Feuer mit erdigem Grundſtoffe verbunden, bald gehe es durch die Poren der Gefäße, bald könne es ſie nicht durchdringen, es erkläre zugleich die Cauſticität und

die

die Milde, Durchſichtigkeit und Undurchſichtigkeit, die Farben und Farbenloſigkeit. Es ſey ein Proteus, der ſeine Geſtalt jeden Augenblick verändere.

Lavoiſier erklärt daher den Akt des Verbrennens auf folgende Art: wenn der hinlänglich erhitzte Körper die reine Luft berührt, ſo bemächtigt er ſich des Sauerſtoffs, und erzeugt mit demſelben eine eigene, ſeiner Natur gemäße Säure, z. B. mit dem Phosphor Phosphorſäure, mit dem Schwefel Schwefelſäure, mit der Kohle Kohlenſäure u. ſ. f. Der dadurch frey gewordene Feuerſtoff aber verflüchtigt alle durch ihn auflößliche Subſtanzen, und zeigt ſich durch Hitze und Licht als Flamme.

Dagegen haben ſehr viele Andere, welche das Phlogiſton vertheidigten, ganz andere Erklärungen von dem Verbrennen der verbrennlichen Körper gegeben, und ſie den Erſcheinungen, welche dieſe und die Luft, in welcher ſie verbrennen, zeigen, anzupaſſen geſucht.

Scheele [n]) nahm den Brennſtoff als ein einfaches elementariſches Weſen an, und machte ſich von der Verbrennung folgende Vorſtellung: der Brennſtoff des verbrennlichen Körpers wird in eine ſolche Bewegung geſetzt, daß er die in der Atmoſphäre befindliche reinere Luft anzieht, und ſich mit ihr zu einem Stoffe vereinigt, welchen man Hitze nennt. Verbindet ſich dieſe Hitze mit noch mehrerem Brennſtoffe, ſo entſteht dadurch eine umherſtrahlende Hitze, und endlich auch Licht. Alle dieſe erzeugten Stoffe ſind auch vermögend, durch die Körper zu gehen, und zu entweichen.

n) Chemiſche Abhandlung über Licht und Feuer. Neue Ausgabe. Leipz. 1780. 8.

chen. Auf ſolche Art werden alſo nach und nach alle brennbare Theile des Körpers mit Feuerluft zu Hitze verbunden und zerſtreuet. Der Rückſtand der atmoſphäriſchen Luft, worin die Verbrennung geſchehen iſt, iſt zum Theil phlogiſtiſirte Luft, zum Theil aber Luftſäure. Erſtere war als Beſtandtheil in der atmoſphäriſchen Luft, letztere hingegen wird aus den verbrennlichen Subſtanzen, beſonders des Pflanzenreichs, als Beſtandtheil derſelben, eben ſo entbunden, wie bey der Verbrennung des Phosphors und Schwefels die Phosphor- und Schwefelſäure entbunden wird.

Nach Crawford's Theorie werden das Phlogiſton und das Feuer als zwey entgegengeſetzte Stoffe betrachtet, welche einander wechſelſeitig austreiben. Freyes Feuer wirkt auf alle Körper, welche Phlogiſton enthalten, als Auflöſungsmittel. Die reine Luft enthält eine Menge Feuer in ſich, welches entweicht, indem ſie ſich mit dem aus dem brennenden Körper entwickelten Phlogiſton verbindet. Wenn alſo brennbare Körper bis zum Entzünden erhitzt, oder vom freyen Feuer durchdrungen ſind, und ein freyer Zugang der reſpirablen Luft verſtattet iſt, ſo entbindet ſich ihr Phlogiſton, und wird von der Luft angezogen, welche dagegen ihr Feuer fahren läßt, und dadurch die Zerſetzung der Körper unterhält. Da überdieß die Körper nicht alle aus der Luft ſich entwickelte Wärme aufnehmen können, ſo entſteht aus dem übrigen Reſte der Wärme

o) Experiments and obſervat. on animal Heat and the Inflammation of combuſtible bodies. Lond. 1779. 8. Ad. Crawford's Verſuche und Beobachtungen über die thieriſche Wärme und die Entzündung brennbarer Körper, mit Morgan's Erinnerungen wider Crawf. Theorie. Leipz. 1785. 8.

Wärme die heftige Hitze und das Licht, welches beym Verbrennen ſtatt findet.

In einer neuen Ausgabe ſeines Werks p) hat Crawford viele Zuſätze und Abänderungen ſeiner Verſuche bekannt gemacht, durch welche er jedoch die ihm gemachten Einwürfe nicht allein nicht gehoben, ſondern noch überdieß ſeine neue Theorie andern Einwendungen ausgeſetzt hat.

Er behauptet, daß die Bindung der freyen Wärme in Körpern, welche gegen die Wärme eine große Capacität beſitzen, als keine wahre chemiſche Verbindung anzuſehen ſey. Den Satz, daß die Capacitäten der Körper gegen Wärme durch Verbindung mit Phlogiſton vermindert, und durch den Verluſt des letztern vermehrt werden, druckt er nun ſo aus: die comparativen Quantitäten der Wärme in Körpern, von welchen vorausgeſetzt wird, daß ſie Phlogiſton enthalten, wachſen durch die Veränderungen, welche dieſe Körper beym Verkalken und Verbrennen erleiden. Da außerdem ſeit der erſten Ausgabe ſeiner Schrift die Waſſererzeugung aus brennbarer und reiner Luft bekannt geworden war, ſo nimmt Crawford nunmehr an, daß Oel, Wachs, Talg und die meiſten entzündlichen Subſtanzen eine doppelte Art von brennbarer Luft enthalten, wovon die eine Art der leichtern entzündlichen Luft der Metalle, die andere aber der ſchwerern Luft ähnlich ſey, welche man durch trockene Deſtillation aus den Pflanzen gewinnt. Die erſtere erzeuge durch Verbrennung mit Lebensluft Waſſer, die andere hingegen fixe Luft.

Gren

p) Experiments and obſervat. &c. the 2de edit. Lond. 1788. 8. Ueberſ. durch Crell's Veranſtalt. Leipz. 1789. 8.

Gren[q]) hat Crawford's Theorie in dieſer neuen Geſtalt einer nähern Prüfung unterworfen, und derſelben verſchiedene Einwendungen entgegengeſetzt. Zuerſt hält er es für einen bloßen Wortſtreit, wenn die chemiſche Verbindung durch Wärmematerie mit den Körpern beſtritten, und gleichwohl angenommen wird, daß beide eine ſolche Vereinigung mit einander eingehen, welche die Wärmematerie ihrer eigenthümlichen Wirkungen im freyen Zuſtande beraubt. Dieß wolle eben ſo viel ſagen, als was man ſonſt unter Bindung oder chemiſcher Verbindung verſtehe, und bleibe das Nämliche, wenn man es gleich unter dem Namen: größere Capacität, oder mehrere ſpecifiſche Wärme verſtecke. Ferner hält es Gren für unerwieſen, daß Licht und Wärme von einerley Stoff herrühren, und mit Licht begleitete Wärme bloß in einer Anhäufung der Wärmematerie beſtehe. Beſonders tadelt er aber, daß Crawford bey ſeinen zur Beſtimmung der comparativen Wärme angeſtellten Verſuchen oft Körper vermiſche, welche ſich auflöſen, und durch wechſelſeitige Einwirkung auf einander Kälte oder Wärme erzeugen, wie dieß z. B. bey der Vermiſchung des Waſſers und Mehls geſchieht, welche empfindbare Wärme erzeugt. In dergleichen Fällen werden die Veränderungen der Temperatur nicht allein durch die Vertheilung der mitgetheilten Wärme, ſondern auch durch die neue entbundene Wärme bewirkt, welches fehlerhafte Reſultate veranlaßt.

Außerdem ſind die Capacitäten der Körper nicht durch Vergleichung ihres Volumens, ſondern ihres Ge-

q) Prüfung der neuen Theorie über Feuer, Wärme u. ſ. w. im Journal der Phyſik. B. I. Heft 1. S. 3. f. Heft 2. S. 189. f.

Gewichts beſtimmt, und bey der Reduktion auf die Räume wird die Menge der in der Luft enthaltenen abſoluten Wärme ungemein gering. Wenn z. B. 1 Pfund reine Luft $4\frac{1}{2}$ Mal mehr abſolute Wärme hat, ſo hat 1 Cubikzoll ſolcher Luft wenigſtens 168 Mal weniger, als 1 Cubikzoll Waſſer. Die Veränderungen der Temperaturen, aus welchen die comparative Wärme der Luftarten berechnet iſt, betragen nicht über $\frac{1}{10}$ oder $\frac{1}{20}$ des Fahrenh. Grades, mithin ſo wenig, daß dabey Irrthümer faſt unvermeidlich ſind. Der Hauptſatz, daß die Capacität der Körper in dem Maaße wachſe, wie ſie dephlogiſtiſirt werde, hat zu wenig Beſtätigung durch die Erfahrung. Die Metalle beſitzen zwar eine geringere Capacität, als ihre Kalke; dagegen aber haben Holz und Kohlen nach Crawford's eigenen Verſuchen mehr Capacität, als die Holzaſche; das Blut der Pulsadern mehr als das Waſſer, und die brennbare Luft, welche doch das Phlogiſton ſelbſt ſeyn ſoll, mehr als die meiſten andern Körper.

Gegen Crawford's Erklärung der Verbrennung wendet Gren ein, daß den Verſuchen zu Folge nur alsdann fixe Luft beym Verbrennen entſtehe, wenn der ſaure Stoff vorher in den Köpern vorhanden geweſen ſey, wie z. B. bey der Kohle und den organiſchen Körpern, aus welchen man auch durch andere Zerſetzungen fixe Luft erhalten kann. Daß die Erzeugung des Waſſers durchs Verbrennen der brennbaren Körper mit reiner Luft noch nicht erwieſen, und die Verſchiedenheit des Phlogiſtons, wovon die eine Art fixe Luft, die andere Waſſerdämpfe erzeugen ſoll, unwahrſcheinlich ſey; daß bey andern geſchwinden Phlogiſtiſirungen der Luft, z. B. durchs Reſpiriren, durch Salpeter-

luft u. ſ. f. kein Feuer oder keine mit Licht begleitete Wärme entſtehe, woraus er endlich den Schluß macht, daß die Quelle des Feuers nicht mit Crawford in der reſpirablen Luft, ſondern vielmehr in den entzündlichen Körpern ſelbſt zu ſuchen ſey.

Gren r) ſelbſt hat den Begriff vom Phlogiſton verſchiedentlich abgeändert. Zuerſt hielt er den Brennſtoff für eine gebundene Materie der Wärme und des Lichts zugleich, oder für gebundenes Feuer, vorzüglich aus dem Grunde, weil man bey jeder Verbrennung der verbrennlichen Körper Wärme fühle und Licht ſehe. Wenn der Brennſtoff durch Erhitzung oder durch andere Mittel frey gemacht wird, ſo zeigt er ſich alsdann mit Wärme und Licht, wird von der Lebensluft angezogen, und als Phlogiſton gebunden, wodurch die Luft ſelbſt phlogiſtiſirt wird. Ohne reine Luft findet gar keine Trennung des Brennſtoffs ſtatt, weil kein Auflöſungsmittel für denſelben vorhanden iſt. Wenn in einem Körper der Brennſtoff ſo loſe gebunden iſt, daß keine äußere Hitze erforderlich iſt, damit die reine Luft ihn frey mache, ſo geht er unzerſetzt, oder ohne Feuer zu bilden, in die Luft über, oder phlogiſtiſirt ſie, wie z. B. beym Athmen der Thiere, der Phlogiſtiſirung durch Salpetergas, dem Verwittern der Schwefelleber, dem Roſten der Metalle an der Luft u. ſ. w. Um aber die Gewichtszunahme des Rückſtandes und die Verminderung des Gewichts und des Umfangs der reinen Luft zu erklären, nahm er mit de Morveau, Black und Marggraf das Phlogiſton als eine Materie an, welche eine negative Schwere beſitze,

r) Syſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie. Th. I. Halle 1787. 8. Grundriß der Naturlehre. Halle 1788. 8. §. 749. f.

beſitze, d. h. welche durchs Hinzukommen das Gewicht der Körper vermindert.

Indeſſen hatten Cavendiſh und Watt[s]) in England gefunden, daß eine Miſchung von brennbarer und dephlogiſtiſirter Luft im gehörigen Verhältniſſe, durch den elektriſchen Funken angezündet, ſich gänzlich in Waſſer verwandele; die Entdeckung wurde im Jahre 1783 durch D. Blagden nach Paris überbracht, wodurch Lavoiſier veranlaßt wurde, in la Plaçe's, Meusnier's und Monge's Gegenwart mehrere Verſuche anzuſtellen. Dieſe beſtimmten ihn, einen Waſſerſtoff anzunehmen, und ſtimmten mit ſeinen bisherigen Ideen ſo ſehr überein, daß er den Mängeln, welche ſeinem Syſteme hie und da noch anhingen, überall abhelfen konnte. Im Jahre 1789 war er alsdann im Stande, ſein neues Syſtem herauszugeben. Es erhielt den Namen des antiphlogiſtiſchen Syſtems, vorzüglich deßwegen, weil die Läugnung des Phlogiſtons einen ſeiner Hauptcharaktere ausmacht. Dieſes neue Syſtem wurde außerhalb Frankreich heftig beſtritten, und von den deutſchen Chemikern beſonders mit einer gewiſſen Geringſchätzung und Kälte betrachtet. Hieran hatte, wie Lichtenberg[t]) vermuthet, der Charakter der Nation, von welcher es herkam, einige Schuld. Frankreich ſey nämlich nicht das Land, aus welchem der Deutſche gewohnt ſey, bleibende Grundſätze für Wiſſenſchaften zu erwarten. In dieſer Vermuthung ſey der Deutſche nicht

s) Neue Ideen über die Meteorologie von de Lüc. A. d. Franz. Th. II. Berl. u. Stett. 1787. Kap. 4. Abſchn. 1.

t) Anfangsgründe der Naturlehre von Erxleben. Sechste Auflage; in der Vorrede.

nicht wenig durch den kindiſchen Triumph beſtärkt worden, welchen man in Paris über das Phlogiſton feyerte, indem Madame Lavoiſier als Prieſterin gekleidet das Phlogiſton in einer Verſammlung verbrannte.

Bey den heftigſten Streitigkeiten verſuchten es gleichwohl einige wenige gelehrte Deutſche und Engländer, dieß neue franzöſiſche Syſtem bekannt zu machen. Unter den Deutſchen war Schurer [u]) der erſte, welcher es in einer Diſſertation vortrug. Nachher unternahm es auch Girtanner [x]), daſſelbe in möglichſter Kürze zu entwerfen, und Hermbſtädt veranſtaltete eine Ueberſetzung von Lavoiſier's Schrift [y]).

Verſchiedene deutſche Chemiker vom erſten Range läugneten einige der vorzüglichſten Thatſachen, auf welche ſich das neue Syſtem ſtützte. Man ſtellte demſelben manche Verſuche entgegen, welche ganz andere Reſultate zu geben ſchienen. Vorzüglich ſetzte Gren demſelben eine Menge von Zweifeln und Gegengründen in einer beſondern Abhandlung über die Theorien vom Feuer, Wärme, Brennſtoff und Luft entgegen, und fügte zugleich einen kurzen Abriß von dieſem neuen Syſteme bey [z]).

Ueberzeugt davon, daß er mit der Annahme der negativen Schwere des Brennſtoffs wenig ausrichten werde, gab Gren dieſe Idee ſchon in der zweyten Aus-

u) Syntheſis oxygenii experimentis confirmata. Argent. 1789. 4.

x) Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie. Berlin 1792. 8. 1795. 8.

y) Lavoiſier's Syſtem der antiphlogiſtiſchen Chemie. A. d. Franz. Berl. u. Stett. 1792. II Bände. 8.

z) Journal der Phyſik. B. II. S. 295. f.

Ausgabe ſeines Grundriſſes der Naturlehre auf, und betrachtete den Lichtſtoff und den Wärmeſtoff, aus deren Zuſammenſetzung das Phlogiſton beſteht, als inponderable Flüſſigkeiten. Um nun aber die Gewichtszunahme der zerſetzten Körper und die Gewichtsabnahme der Luft begreiflich zu machen, nahm er an, daß beyde Stoffe, der Licht- und Wärmeſtoff, urſprüngliche Elaſticität beſitzen. So wie nun, ſagt er, in einem urſprünglich expanſiven Stoffe, wie Licht- und Wärmematerie ſind, durch die chemiſche Vereinigung deſſelben mit einem nicht expanſiven alle ſeine Expanſivkraft gewiſſermaßen ruhig und unthätig gemacht, oder aufgehoben werden kann; eben ſo kann auch hinwiederum in den ſchweren Beſtandtheilen, mit denen dieſe nicht ſchweren Flüſſigkeiten in Zuſammenſetzung treten, die Schwerkraft derſelben ganz ruhend und gewiſſermaßen aufgehoben werden, ſo daß das aus beyden zuſammengeſetzte Produkt, außer der Cohäſionskraft, keiner andern Grundkraft folgt, und in ſo fern bloß als träge anzuſehen iſt. Da nun in denjenigen Theilen des verbrennlichen Körpers, welche das Feuer gebunden enthielten, die Schwerkraft derſelben aufgehoben war, ſo muß nach Abſcheidung des Brennſtoffs der dephlogiſtiſirte Rückſtand mehr wiegen, als er vor dem Verbrennen wog. Die Luft, welche mit mehrerem Brennſtoffe beladen endlich zum Stickgas wird, muß dadurch eben ſo in ihrem Gewichte vermindert werden, als der dephlogiſtiſirte Rückſtand daran zugenommen hat. Wird nun das Gewicht der eingeſchloſſenen Luft vermindert, ohne daß ihre Elaſticität vermehrt wird, ſo iſt es alsdann eben ſo gut, als ob ein Theil der Luft weggenommen worden wäre, und der Druck der äußern Luft muß ſie natürlich in den kleinern Raum bringen.

Girtanner [a]) führt verſchiedene Gründe an, womit die Exiſtenz des Brennſtoffs beſtritten worden iſt. Viele betreffen bloß Kirwan's Behauptung, daß die brennbare Luft ſelbſt das Phlogiſton ſey, einige aber die Gewichtszunahme der Metallkalke. Dieſe Gründe hat Hr. D. Richter [b]) beantwortet. Er ſucht zu beweiſen, daß unter allen Erfahrungen, welche die Antiphlogiſtiker angeben, auch nicht eine einzige zu finden ſey, welche ſchlechterdings nöthigte, die Exiſtenz eines Brennſtoffs zu verneinen, und daß ſelbſt alles, was dem Phlogiſton entgegengeſetzt würde, nicht ſowohl aus den Erfahrungen ſelbſt, als vielmehr aus ihren Erklärungen abgeleitet werde. Hierbey nehme man ganz willkührlich an, daß alle Erſcheinungen des Verbrennens durch eine einfache Verwandtſchaft erfolgen, wobey nur drey Stoffe, nämlich der verbrennliche Körper, der Sauerſtoff und der Wärmeſtoff wirkſam wären. Außerdem hätten die Antiphlogiſtiker beym Akt des Verbrennens noch eine Erſcheinung vergeſſen, nämlich das Licht, welches doch offenbar von der Wärme verſchieden ſey, und daher einen vierten Stoff zu erkennen gebe, ſo daß die Erſcheinungen des Verbrennens durch eine doppelte Verwandtſchaft erklärt werden müſſen. Und eben dieſer vierte Stoff, welcher in den verbrennlichen Körper liegen müſſe, ſey es vermuthlich, welcher in Verbindung mit dem Wärmeſtoffe das Licht bilde. Man müſſe vor allen Dingen erſt erweiſen, daß der Wärmeſtoff mit dem Lichtſtoffe einer=

a) Anfangsgründe der antiphlogiſt. Chemie. Berlin 1795. 8. S. 453. f.

b) Ueber die neuern Gegenſtände der Chemie. Drittes Stück; enthaltend den Verſuch einer Critik des antiphlogiſtiſchen Syſtems. Breslau und Hirſchberg 1793. gr. 8.

einerley ſey, ſo lange dieß aber noch nicht geſchehen wäre, ſo ſey man auch berechtigt, den vierten unbekannten Stoff, welcher wahrſcheinlich mit dem Wärmeſtoffe das Licht verurſache, Brennſtoff oder Phlogiſton zu nennen, ſo wie man berechtigt ſey, den unbekannten Stoff, welcher die Empfindung der Wärme hervorbringe, mit dem Namen des Wärmeſtoffs zu belegen. Dem zu Folge nimmt Richter an, daß der Brennſtoff dasjenige ſey, was mit dem Wärmeſtoffe den Lichtſtoff hervorbringe, und daß ein jeder verbrennlicher Körper aus einem ihm eigenen Subſtrat und dieſem Brennſtoffe zuſammengeſetzt ſey. Hierauf zeigt er ausführlich, daß ſich alle Erſcheinungen der Verbrennung, der Verkalkung, der Gewichtszunahme, der Salpeterſäure, der Waſſererzeugung, der Schwefelleberluft, des Ammoniaks u. ſ. f., welche die Antiphlogiſtiker ohne Annahme eines Brennſtoffs zu erklären ſich bemüht hatten, durch Einführung eines Phlogiſtons eben ſo befriedigend, und oft noch beſſer durch eine doppelte Wahlverwandtſchaft, ſtatt der willkührlich angenommenen einfachen, erklären laſſen. Weil daher alle dieſe Erklärungen mit den Erfahrungen eben ſo gut, als die antiphlogiſtiſchen, übereinſtimmend wären, ſo beweiſe dieß, daß die Exiſtenz eines Stoffes, welcher im verbrennlichen Körper ſich befinde, und den Grund des Verbrennens enthalte, weder der Vernunft noch den Erfahrungen entgegen ſey.

Girtanner ſucht in ſeiner neuen Ausgabe der antiphlogiſtiſchen Chemie den Richterſchen Einwürfen zu begegnen. Er ſagt, letzterer thue ihm Unrecht, wenn er ſpreche, daß er alle Erſcheinungen des Verbrennens durch eine einfache Verwandtſchaft erkläre; er erkläre ſie alle alle durch eine doppelte Verwandtſchaft.

ſchaft. Es machen nämlich die benachbarten Körper, mit denen ſich der frey gewordene Wärmeſtoff verbinde, das vierte Glied in der Verbindung aus. Und was den Lichtſtoff anbetreffe, ſo ſey er bloß ein hypothetiſch angenommener Stoff, deſſen Exiſtenz noch nicht bewieſen zu ſeyn ſcheine.

Hr. Hofr. Lichtenberg c), welcher dem antiphlogiſtiſchen Syſteme an verſchiedenen Stellen das gerechte Lob nicht verſagt, giebt dem wahren philoſophiſchen Naturforſcher folgende Umſtände zu überlegen, ehe er ſein Urtheil über die Nichtexiſtenz des Phlogiſtons fälle: 1. ſey die Einfachheit der Metalle, des Schwefels, des Phosphors, u. ſ. f. im antiphlogiſtiſchen Syſteme eben ſo hypothetiſch, als ihre Zuſammengeſetztheit im alten Syſteme; man müſſe daher die Meinung, daß ſie beym Verkalken oder Verbrennen etwas hergeben, nicht ſo geſchwind verlaſſen, zumal da einige Metalle in der Hitze einen eigenthümlichen Geruch von ſich geben, und ſich ſchon dadurch als zuſammengeſetzte Körper verrathen; 2. wiſſe man bloß mit apodiktiſcher Gewißheit, daß die Luft durch die Hitze im Freyen ſehr ausgedehnt, und dadurch ſehr flüchtig von dem heißen Körper aufwärts getrieben werde und der kältern Platz mache. Daß ſie bey großer Erhitzung endlich von manchen heißen Körpern ohne weiteres Zwiſchenmittel angehalten werde, die ſie kurz vorher noch ſo ſehr ſchnell floh, und immer ſchneller, je heißer ſie wurden, iſt alſo eine bloße Hypotheſe, die kaum ſo annehmlich iſt, als die, daß der verbrennende oder der ſich verkalkende Körper endlich auch etwas her-

gebe

c) Anfangsgründe der Naturlehre von Erxleben. Gött. 1794. Anmerk. zu §. 438.

gebe und ſich mit ihr verbinde, wodurch ſie, ihres Feuerſtoffs und ihrer Flüchtigkeit beraubt, ihren noch übrigen Theil an den heißen Körper abſetzt: 3. müſſe man nicht fragen, was denn aus dieſem Brennſtoffe werde? z. B. bey der Verbrennung des Phosphors in reiner Luft, wo nichts als Säure übrig bleibt, ſo lange man nicht weiß, was das Licht eigentlich iſt. Wie ſey es nur möglich, über die Nichtexiſtenz eines Brennſtoffs ſo abzuſprechen, ſo lange man die frappanteſte Erſcheinung beym Verbrennen, das Leuchten, nicht erkläre? zumal da man in durchſichtigen brennbaren Körpern, als im Demant und im Terpentinſpiritus, einen ſo merkwürdigen Zuſammenhang zwiſchen Brennbarkeit und Brechung des Lichts entdeckt habe.

Der erheblichſte und ſtandhafteſte Gegner der antiphlogiſtiſchen Chemie, de Lüc d), hält das Phlogiſton für eine beſondere Subſtanz, welche einen Beſtandtheil aller brennbaren Gasarten ausmache, eben ſo wenig, wie das Feuer, wägbar ſey, und vermöge ihrer Eigenſchaft, ſich bey einem gewiſſen Wärmegrade mit einem eigenthümlichen Stoffe der reinen Luft zu vereinigen, die unmittelbare Urſache der Entzündung werde. Nach de Lüc unterſcheidet dieſes Phlogiſton die leichte brennbare Luft vom Waſſerdampfe: außerdem müſſe es aber noch eine eigene Subſtanz geben, welche alle ſchwere brennbare Gasarten von den leichten unterſcheide, und durch ihre Verbindung mit dem Phlogiſton ein Hinderniß der letztern werde, die reine Luft zu zerſetzen. Selbſt dieſe Subſtanz verwandele die reine Luft in fixe.

Das

d) Funfzehnter Brief an de la Metherie d. 11. April 1791. in Gren's Journal der Phyſik. B. VII. S. 120.

Das Verhalten der dephlogiſtiſirten und phlogiſtiſirten Luft beym Verbrennen des Schwefels, Phosphors, der Kohle und der brennbaren Luft geſchieht alſo nach de Lüc auf folgende Art: Es beſteht z. B. der Schwefel aus Vitriolſäure, Phlogiſton, und etwas durch das Phlogiſton gebundenem Feuer. Die dephlogiſtiſirte Luft iſt zuſammengeſetzt aus Feuer, Waſſer, und einem noch unbekannten Bindungsmittel, welches der Vereinigung von beyden die Gasgeſtalt giebt. Würde nun durch fremdes Feuer, Reiben u. dergl. das Phlogiſton des Schwefels in Bewegung geſetzt, ſo wird daſſelbe von der dephlogiſtiſirten Luft angezogen, es verläßt den Schwefel, und das Feuer wird ſowohl im letztern als in der Luft plötzlich und in großer Menge entbunden, ſo daß es ſich durch den Druck zerſtört, und ſein fluidum deferens, das Licht, entweicht. Ein Theil Waſſer wird von der im Schwefel befindlichen Vitriolſäure angezogen, ein anderer Theil bildet mit Feuer und der durch das Phlogiſton verflüchtigten Vitriolſäure ſchwefelſaure Luft. Eine beſtimmte Menge Feuer bleibt mit der Vitriolſäure verbunden, und macht einen Beſtandtheil derſelben aus. Wenn daher der Schwefel entzündet wird, ſo iſt der Erfolg 1. Entſtehung einer Menge freyen Feuers, welches ſo lange fortdauert, als noch Phlogiſton aus dem Schwefel entweichen kann, oder noch dephlogiſtiſirte Luft vorhanden iſt; 2. Verſchwinden der dephlogiſtiſirten Luft; 3. Zurückbleiben einer Menge ſchwefelſaurer Luft; 4. Abſcheiden der Vitriolſäure aus dem Schwefel mit Waſſer verbunden, von welchem letztern die Gewichtszunahme herrührt.

Hiernach bleibt alſo das Phlogiſton in der ſchwefelſauren Luft, welche bey der Verbrennung des Schwefels

ſels entſteht. Bey andern Verbrennungen, z. B. der des Phosphors, ſoll es Stickgas bilden, indem ſich das Bindungsmittel der dephlogiſtiſirten Luft mit dem Phlogiſton und Waſſerdampfe vereinigt. Ueberhaupt ſoll jederzeit Stickgas entſtehen, wenn der brennende Körper bey ſeiner Zerſetzung keine andere Subſtanz, als Phlogiſton, von ſich giebt.

Eine andere Theorie des Verbrennens, welche ſich auf das phlogiſtiſche Syſtem gründet, trägt Hr. Hofrath Voigt [e]) in Jena vor. Durch die Analogie der Erklärungen, welche ſich bey den elektriſchen Verſuchen durch die Annahme zweyer elektriſchen Materien geben läßt, wurde er auf den Verſuch geleitet, auch für die beym Verbrennen vorkommenden Erſcheinungen eben ſolche zwey Grundſtoffe, die übrigens von den elektriſchen weſentlich verſchieden ſind, anzunehmen. Ein jeder dieſer beyden Stoffe iſt nach ihm im höchſten Grade elaſtiſch, und dieſe Elaſticität kommt von der weſentlichen Eigenſchaft dieſer beyden Stoffe her, nach welcher die Theile eines jeden durch eine beſondere Kraſt der einen in einer gewiſſen Entfernung von einander gehalten werden, in welche ſie ſich allemal wieder begeben, wenn ſie etwa durch einen äußern Zwang näher an einander getrieben, und hernach wieder von demſelben befreyt worden ſind. So ſehr aber die gleichartigen Theile auf dieſe Weiſe einander abſtoßen, ſo ſtark ziehen ſich dagegen die ungleichartigen, als welche theils zu dem einen, theils zu dem andern Brenn-

e) Verſuch einer neuen Theorie des Feuers, der Verbrennung, der künſtlichen Luftarten, des Athmens, der Gährung, der Elektricität, der Meteore, des Lichts und des Magnetismus, aus Analogien hergeleitet. Jena 1793. 8.

Brennſtoff gehören, einander an. Sobald alſo beyde frey werden, und einander nahe genug kommen, ſo fahren die Theile des einen mit größter Heftigkeit gegen die des andern, ſtoßen ſich durch ihre Elaſticität wieder ab, ziehen ſich wieder an, und ſo wechſelsweiſe fort, bis ſie endlich zur Ruhe kommen, und ein gebundenes Paar ausmachen. In dieſem Zuſtande einer mäßigen Erſchütterung verurſachen ſie die Wirkung der Wärme, einer heftigern Erſchütterung Hitze, und einer ſo heftigen, daß der Lichtſtoff dadurch in Wirkſamkeit geſetzt wird, Gluth oder Feuer. Den einen Brennſtoff bezeichnet er mit + F, und dieſer iſt der männliche, den andern mit − F, und dieß iſt der weibliche, und den gegen einander ſchlagenden mit ∓ F, und das iſt der gepaarte, wo man bey dem letztern wieder den wirkſam und ruhig gepaarten unterſcheiden muß. Der männliche Brennſtoff befindet ſich in den verbrennlichen Körpern, und macht in Verbindung des Waſſers das nämliche Brenngas (entzündbare Gas) aus; der weibliche Brennſtoff hingegen macht in Verbindung mit dem Waſſer das weibliche Brenngas (dephlogiſtiſirte Luft). Dieſe beyden Stoffe haben weder eine poſitive noch eine negative Schwere. Sobald der männliche Brennſtoff von dem verbrennlichen Körper weicht, ſo verbindet ſich mit dieſem ein weſentliches Waſſer, und vermehrt daher ſein Gewicht, vereinigt er ſich aber wieder mit dem Körper, ſo entweicht dieß Waſſer, und ſein Gewicht wird vermindert.

Hiernach erklärt nun Hr. Hofr. Voigt die Verbrennung auf folgende Art: durch die Entzündung entſteht eine wirkſame Paarung beyder Stoffe, welche Erſchütterung des Lichtſtoffs und Trennung der übrigen

gen Theile des männlichen Brennſtoffs von der Subſtanz des Körpers zur Folge hat. Die Paarung beyder Stoffe breitet ſich immer weiter aus, und es wird zugleich alles Waſſer niedergeſchlagen, welches den weiblichen Brennſtoff in der Luft gebunden hielt. Geſchieht nun die Verbrennung unter einer geſperrten Glocke, ſo muß das Volumen ſowohl, als das abſolute Gewicht der in derſelben befindlichen Luft dadurch vermindert werden. Das niedergeſchlagene oder ausgeſchiedene Waſſer muß nämlich im tropfbaren Zuſtande einen weit geringern Raum einnehmen, als da es in Gasgeſtalt vorhanden war, und es zieht ſich überdieß in den meiſten Fällen in das Rückbleibſel des verbrennenden Körpers als eine Art von weſentlichem, oder Kryſtalliſationswaſſer, und verkörpert ſich damit ſo, daß man es gar nicht mehr darin erkennen kann, aber es vermehrt das abſolute Gewicht jenes Körpers gerade um ſo viel, als ſein eigenes beträgt; auch pflegt ſich ein Theil davon mit den beym Verbrennen flüchtig werdenden Theilen zu einem neuen Gas zu verbinden, und dadurch abermals unſichtbar zu werden. Fehlt es an weiblichem Brennſtoff in der Luft, ſo hört das Brennen auf, und auch ſchon ein anderer brennender Körper, der in einen ſolchen Raum gebracht wird, kann ſein Verbrennen keinen Augenblick fortſetzen.

Die Paare von gegen einander ſchlagenden männlichem und weiblichem Brennſtoff bleiben in dieſem Zuſtande im Raume der Glocke, und machen die darin befindliche Luft warm; denn das Leuchten kann nicht lange fortdauern, weil die Heftigkeit des Gegeneinanderſchlagens bald ſo ſehr nachläßt, daß der Lichtſtoff nicht mehr in Wirkſamkeit geſetzt werden kann. Bey einer Anhäufung dringt auch der gepaarte Brennſtoff

durch

durch die Wände des Glaſes, ſchwebt in der freyen Luft herum, bis er ruhig, oder jeder ſeiner Theile von neuem wieder gebunden wird.

Ein ſolcher Zuſtand der einfachen Luft, wo ſie bloß mit ſolchem gepaarten Brennſtoff angefüllt iſt, das weibliche Brenngas hingegen ihr gänzlich fehlt, macht ſie zu einer ſolchen, die man ſonſt phlogiſtiſche oder phlogiſtiſirte nennt, welcher aber Voigt lieber den Namen Brennſtoffluſt geben will.

Wenn man in dieſer Theorie von der darin herrſchenden Bilderſprache abſtrahirt, ſo findet ſich in ſelbiger großen Theils das alte phlogiſtiſche Syſtem wieder. Der männliche Brennſtoff iſt nichts weiter, als das Stahliſche Phlogiſton, welches bey ſeinem Uebergange in die mit weiblichem Brenngas vermiſchte Luft das nämliche bewirkt, was man ſonſt Phlogiſtiſiren nannte.

Dagegen behauptet aber Lavoiſier und mit ihm die Antiphlogiſtiker, daß beym Verbrennen der verbrennlichen Körper kein Stoff an die Luft trete, ſondern daß ſich vielmehr der Sauerſtoff mit dem verbrennlichen Körper verbinde, und daß die Sauerſtoffluſt gänzlich abſorbirt werde, wenn ſie gar keinen Antheil von Stickſtoffluſt enthalte. Ueberhaupt ſtützte Lavoiſier ſein Syſtem auf folgende zwey Thatſachen, welche aber die Antiphlogiſtiker abläugneten: 1. daß der für ſich bereitete Queckſilberkalk, wenn er von der aus der Luft angezogenen Feuchtigkeit vorher durchs Feuer befreyt ſey, bey ſeiner Reduktion Lebensluſt gebe, und 2. daß bey der Verbrennung einer hinreichenden Menge Phosphor die Lebensluſt gänzlich verſchwinde. Prieſtley, Scheele und Lavoiſier behaup-

behaupteten, daß ſie aus dem Queckſilberkalke Lebensluft erhalten hätten, und Lavoiſier betrachtete dieß als eine vorzügliche Stütze ſeines Syſtems und als einen Hauptgrund gegen das Phlogiſton. Denn weil die Reduktion ohne Zuſatz von verbrennlichen Dingen erfolgt, ſo hat es einen hohen Grad von Wahrſcheinlichkeit, wenn ſich hierbey Lebensluft entwickelt, daß überhaupt bey jeder Reduktion ſich kein Phlogiſton mit dem zu reducirenden Körper verbinde, ſondern vielmehr ein Stoff, den die Antiphlogiſtiker Sauerſtoff nennen, ſich davon abſondere. Dagegen verſicherten Gren, Weſtrumb und Tromsdorf, daß der im Feuer in offenen Gefäßen erſt bis zum Glühen erhitzte Queckſilberkalk nie Lebensluft gebe, und erſterer habe nur aus dem auf naſſem Wege mit Salpeterſäure bereiteten rothen Queckſilberkalk, oder dem an der Luft feucht gewordenen, Lebensluft erhalten [f]). Allein in Berlin am 16ten September 1792 wurden von Peſchier aus Genf in Gegenwart der Herren Hermbſtädt, Karſten und Klaproth Verſuche mit theils von London erhaltenem, theils ſelbſt zubereitetem Queckſilberkalk gemacht, wobey man aus einer halben Unze 44 Cubikzoll ſehr reines Sauerſtoffgas erhielt [g]). Im Jahre 1793 wurde endlich dieſer ſehr lebhafte Streit entſchieden: es wurden nämlich unter der Veranſtaltung des Hrn. Hermbſtädt's mit dem vom Hrn. Weſtrumb überſchickten Queckſilberkalke in Gegenwart von dreyzehn Perſonen Verſuche angeſtellt, welche es außer allem Zweifel ſetzten, daß durch die Reduktion

f) Journal der Phyſik. B. I. S. 480. B. V. S. 46. B. VI. S. 33. 212. 214.

g) Gren's Journal der Phyſik. B. VI. S. 420.

duktion des für ſich bereiteten Queckſilberkalks wirklich Lebensluft erhalten werde.

Was das andere Faktum betrifft, daß nämlich beym Verbrennen des Phosphors alle Lebensluft verſchwinde, ſo kann dieſes mit den Grundſätzen des ältern Syſtems gar nicht beſtehen. Denn nach dieſem muß ſich das aus dem angezündeten Phosphor abgeſchiedene Phlogiſton mit einem Theile der Luft verbinden, damit phlogiſtiſirte Luft bilden, und in dieſer Geſtalt unter der geſperrten Glocke zurückbleiben. Die Antiphlogiſtiker behaupten aber als Thatſache, daß die Lebensluft bey gehöriger Menge Phosphor ganz verſchwinde; allein ſie hatten es doch noch nie bewirken können. Bey Lavoiſier's Verſuchen blieb allemal etwas Luft übrig, wiewohl es nach allen Kennzeichen nicht Stickgas, ſondern noch völlig reine Luft war.

Im Jahre 1793 gelang es endlich Göttling[h]), das gänzliche Verſchwinden des Luftvolumens beym Verbrennen des Phosphors in reiner aus dem rothen Queckſilberkalk bereiteten Lebensluft wahrzunehmen. Faſt zu gleicher Zeit hatte auch Hildebrandt[i]) das beynahe gänzliche Verſchwinden der Lebensluft durch das Entzünden einer Stahlfeder bewirkt. Auch Gren[k]), welcher die dazu gehörigen Verſuche wiederholte,

h) Beytrag zur Berichtigung der antiphlogiſtiſchen Chemie. Weimar 1794. 8. S. 8. f.

i) v. Crell's chemiſche Annalen 1793. St. 8. S. 99.

k) Schreiben an Weſtrumb in von Crell's chemiſchen Annalen 1793. St. 10. S. 342. Antwort an Herrn van Mons in Brüſſel vom 12ten Decemb. 1793. in Gren's Journal der Phyſik. B. VIII. S. 15.

holte, hatte Ein mal das Glück, das gänzliche Verſchwinden der Lebensluft durchs Verbrennen des Phosphors wahrzunehmen, und dieß bewog ihn, öffentlich zu erklären, daß er das bisherige phlogiſtiſche Syſtem verlaſſe. Ob es mir gleich, ſagt er, nur Ein mal gelungen iſt, eine ſolche Luft darzuſtellen, die beym Verbrennen des Phosphors in ihr ganz und gar zerſetzt wurde, ſo iſt mir doch dieſes hinreichend zur Ueberzeugung, daß, wenn ſich in dieſen und ähnlichen Prozeſſen ein Rückſtand von Stickgas findet, dieſes darin vorher exiſtirt habe, und alſo meine vormalige Meinung von der Erzeugung des Stickgas falſch ſeyn müſſe. Dieſer Verſuch iſt nachher von mehreren deutſchen Chemikern mit gleichem Erfolge wiederholt worden. Man kann daher mit Recht behaupten, daß die deutſchen Gelehrten dem franzöſiſchen Syſteme eine feſte Stütze gegeben haben.

Indeſſen ſind doch Gren und Göttling in einigen Stücken von dem franzöſiſchen Syſteme abgegangen, wozu ihnen die Erſcheinungen des Lichts Veranlaſſung gegeben haben. Nach dem franzöſiſchen Syſteme entſteht bey der Verbrennung Licht und Wärme bloß aus der Luft; allein jene beyden ſetzen die Quelle des Lichts nicht allein in die Lebensluft, ſondern auch in die verbrennlichen Körper. Gren l) behauptete nämlich zuletzt, daß das ſtrahlende Licht eine Zuſammenſetzung aus einer eigenen Baſis und dem freyen Wärmeſtoffe ſey, welcher für dieſe Baſis das fortleitende Fluidum wird; dabey nahm er aber nunmehr an, daß der Wärmeſtoff eine rein expanſible Flüſ-

l) Grundriß der Naturlehre, neu bearb. von Gren. Halle 1797. 8. §. 512.

Flüſſigkeit ohne alle Schwere ſey, und ſeine Vermehrung oder Verminderung in den Körpern könne, wie auch die Erfahrung lehrte, das Gewicht derſelben weder vermehren noch vermindern. Demnach hält er alſo, wie die Antiphlogiſtiker, die Baſis der Lebensluft, oder den ſogenannten Sauerſtoff, für den Grund der Säurebildung des in Lebensluft verbrannten Körpers, jedoch mit der Einſchränkung, daß man den Sauerſtoff nicht als einen ſolchen Stoff betrachte, welcher an ſich ſauer iſt, ſondern weil er mit der säurefähigen Grundlage, wie z. B. mit dem Phosphor, erſt Säure erzeuge.

Aus allen bisher erzählten Thatſachen zog man nun die natürliche Folge, daß kein Verbrennen anders ſtatt finden könne, als wenn reine Luft zugegen iſt. Indeſſen geben die Herren Deimann, Paets van Trooſtwyck, Nieuwland und Blondt zu Amſterdam verſchiedene gegen das Ende des Jahrs 1793 gemachte Verſuche an, woraus zu erhellen ſcheint, daß das Verbrennen auch ohne Daſeyn von reiner Luft ſtatt finden könne. Sie behaupten nämlich, den Schwefel in Verbindung mit verſchiedenen Metallen im leeren Raume, im entzündbaren Gas, im kohlenſauren Gas, und ſelbſt unter Queckſilber und Waſſer entzündet zu haben. Hr. Kaſteleyn meldete dieſe Verſuche dem Hrn. van Mons zu Brüſſel am 6ten Decemb. 1793 [m]), von welchen nachher ausführlichere Nachrichten gegeben worden ſind [n]).

Es

m) Gren's Journal der Phyſik. B. VIII. S. 19.

n) Recherches phyſico - chemiques par MM. *Deimann, Trooſtwyck, Bondt, Nieuwland* et *Lawrenbrugh.* mem. III. à Amſterd. 1794. 4. und in Crell's chemiſchen Annalen 1793. St. IX. S. 383. St. XII. S. 532. f.

Es wird ein Gemenge aus einem Theile Schwefel und drey Theilen Kupferfeile gemacht, und ein Theil davon in eine mäßig weite gekrümmte Glasröhre etwa bis zu einem halben Zoll hoch geſchüttet. Hierauf bringt man die Röhre über ein Kohlenfeuer, wo die Materie zuerſt in Fluß kommt, und hernach zum Glühen. Dieſer Erfolg findet ohne Unterſchied ſtatt, die Röhre mag luftleer, oder mit den erwähnten Luftarten oder Flüſſigkeiten gefüllt ſeyn. Um den Verſuch unter Waſſer oder Queckſilber zu machen, iſt es nöthig, die Materie vorher ſchmelzen und feſt werden zu laſſen, ehe man jene Flüſſigkeiten darüber gießt; denn ohne dieſe Vorſicht würde ſie von denſelben durchdrungen werden. Darauf bringt man die Röhre über das Feuer, und die Erſcheinung erfolgt wie vorher. Will man dieſen Verſuch mit andern Metallen anſtellen, ſo iſt in Anſehung des Zinks zu bemerken, daß bey ihm die Wirkung größer iſt, und eine Exploſion entſteht.

Herr van Mons meldet unter dem 3ten April 1794 o), es ſey von der chemiſchen Societät zu Amſterdam bemerkt worden, daß die Selbſtentzündung eines Gemenges von Schwefel, Eiſen und Waſſer, auch mit andern Metallen, insbeſondere mit Kupfer ſtatt finde, und daß hierzu ebenfalls die Berührung mit Lebensluft gar nicht nothwendig ſey.

Pfaff und Lentin haben jenen Verſuch mit einer Miſchung von 15 Gran Schwefel und 40 Gran Kupfer wiederholt, wobey anfänglich die Maſſe durchs Schmelzen des Schwefels zuſammenſinterte, dann

o) Gren's Journal der Phyſik. B. VIII. S. 284. f.

dann aber nach einiger Zeit ſich aufblähte, und unter Entwickelung einiger Dämpfe in ein ſehr lebhaftes Glühen, welches das ganze Glas mit einer Helligkeit erfüllte, aber ohne Flamme, gerieth. Pfaff erklärt dieſe ganze Erſcheinung aus der geringen Leitungsfähigkeit der glühenden Körper und der ſie umgebenden Mittel, woraus eine Anhäufung, und durch dieſe eine Zerſetzung der Wärme erfolge.

Ueber die Urſache der Selbſtentzündung einiger chemiſchen Produkte hatte man bisher verſchiedene Hypotheſen aufgeſtellt, welche aber alle nicht genügend waren. Erſt durch die Entdeckung der Luftarten wurden ihre merkwürdigen Eigenſchaften mehr aufgeklärt.

Was den Luftzünder oder Pyrophorus betrifft, ſo erklärt Bewley die Selbſtentzündung deſſelben durch eine Zerlegung der atmoſphäriſchen Luft, Anziehung der in ihr enthaltenen ſalpeterartigen Luft, und dadurch entſtehende und das enthaltene Phlogiſton zündende Hitze; alaunhaltiger Luftzünder, welcher ſich nicht entzündete, ward durch aufgegoſſenen Glauberſchen Salpetergeiſt gleich zu einer glühenden Kohle, ſo auch mit Kohle geſchmolzenes Glauberſalz dadurch gleich mit Verpuffen entzündet.

Man war ſonſt der Meinung, daß der Schwefel mit der Alaunerde verbunden den eigentlichen Pyrophorus ausmache. Allein Scheele [p]) und Bergmann haben gezeigt, daß der Alaun nur in ſo fern einen Pyrophorus giebt, als er feuerbeſtändiges Alkali enthält, oder in ſo fern die Kohle, welche man mit dem Alaun verbindet, dergleichen in der Aſche liefert. Scheele erklärt die Selbſtentzündung auf dieſe Art: die

p) Von Luft und Feuer. §. 81.

die Schwefelleber zieht während dem Glühen das in den Kohlen frey gewordene Phlogiſton an ſich; befindet ſich nun der Pyrophorus an der atmoſphäriſchen Luft, ſo zieht das Alkali der Schwefelleber die Feuchtigkeit ſtark an, und das Phlogiſton wird dadurch frey gemacht, beſonders da es eine große Verwandtſchaft mit der umgebenden Feuerluft hat; dieſe verbindet ſich alſo mit dem Phlogiſton, und es entſteht Hitze, welche durch mehr hinzukommende Feuerluft ſowohl den Schwefel als die Kohle zu entzünden hinreichend iſt.

Pilater de Rozier[q]) ſchreibt den Erfolg einem bey der Verrichtung erzeugten geringen Antheile Phosphor zu, welcher den Schwefel entzünde, der ein Beſtandtheil des Pyrophorus ſey. Daß derſelbe wirklich Phosphor enthalte, ſucht er durch Verſuche zu *erweiſen:* ſo gab 1 Unze aus Zucker und Alaun bereiteter Pyrophorus durch Uebertreiben 5 bis 7 Gran Phosphor.

Lavoiſier[r]) zeigt, daß die Erſcheinungen des Verbrennens, der Verminderung und Phlogiſtirung der Luft, Vermehrung des Gewichts des Rückſtandes u. ſ. w. bey dem Luftzünder ausnehmend ſtark ſind, und ſucht zu beweiſen, daß er während ſeinem Verbrennen einen großen Antheil reiner Luft einſaugt und bindet. Wenn man den Luftzünder vor dem Verbrennen koſte, ſo ſchmecke man nichts von dem Zuſammenziehenden des Alauns an demſelben, ſondern ſpüre einen ſehr unangenehmen Schwefellebergeſchmack; habe man

q) Traité ſur les phosphores. Paris 1777. obſervations ſur le phosphore in obſervat. ſur la phyſique. T. XVI. Nov. 1780. S. 381 - 88.

r) Mémoir. de l'Acad. de Paris. an. 1777. S. 363 - 72.

man ihn hingegen in reiner Luft brennen laſſen, ſo ſey ſein kohliger Stoff völlig verzehrt, er ſehe vollkommen weiß aus, habe einen Theil der zuſammenziehenden Beſchaffenheit des Alauns, und lauge man ihn aus, ſo erhalte man einen mit ſeiner Erde überladenen Alaun. Hiernach erklärt er das Verbrennen des Luftzünders auf folgende Art: der Sauerſtoff der Lebensluft verbindet ſich mit dem Kohlenſtoffe und dem Schwefel, bildet damit Luftſäure und Schwefelſäure, und weil beide der Luft den Sauerſtoff ſehr ſchnell und häufig entziehen, ſo wird ſehr viel Wärme frey und verurſacht die Entzündung.

Nach Crawford wird das leicht gebundene Phlogiſton von der reſpirabeln Luft ſo ſchnell eingeſogen, und dadurch von ihr ſo viel Wärme abgeſetzt, daß daraus Erhitzung und Feuer entſteht.

Nach Gren [s]) zerſetzt die Kohle in der Glühehitze die Schwefelſäure des Alauns und wird zum kohlenſauren Gas, welches austritt; die Schwefelſäure wird zum Schwefel, welcher ſich verflüchtigt und verbrennt. Das Gewächsalkali, welches bey allem verkäuflichen Alaun iſt, fixirt indeſſen einen Antheil Schwefel, und hält ihn zurück, zumal da die Calcinationshitze nicht bis zum gänzlichen Verfliegen alles Schwefels hinreicht; ferner bleibt die überflüſſig zugeſetzte Kohle ebenfalls übrig. Die Theile des Pyrophorus ſind demnach höchſt trockenes ätzendes Gewächsalkali, Schwefel, Kohle und Thonerde. Daraus läßt ſich nun die Erſcheinung der Selbſtentzündung an der freyen Luft auf dieſe Art erklären. Berührt nämlich der Pyrophorus die feuchte reſpirable Luft, ſo zieht das trockene Gewächs-

s) Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. §. 995. u. f.

Gewächsalkali die Feuchtigkeit an, und erhitzt ſich damit; zugleich entwickelt ſich hepatiſches Gas, welches nun durch Berührung der reſpirabeln Luft wieder zerſetzt wird, und die Lebensluft ſelbſt zerſetzt; dadurch wird noch mehr Wärmeſtoff frey, welcher mit dem Brennſtoffe des Schwefels das Feuer bildet, das zur Entzündung der Kohle ſtark genug iſt.

Ein anderes noch merkwürdigeres chemiſches Produkt, welches die Chemiker ſehr beſchäftigt hat, iſt das Knallgold. Black[t]) ſuchte das Platzen aus der Kohlenſäure, Baumé[u]) aus einem eigenen Salpeterſchwefel, Macquer und Andere aus einem ſalpeterſauren Ammoniak herzuleiten. Allein Bergmann[x]) hat alle dieſe Meinungen durch ſeine vielen angeſtellten Verſuche widerlegt. Dieſe beweiſen, daß ſich das Knallgold ohne alle Salpeterſäure, nicht aber ohne flüchtiges Laugenſalz, bereiten laſſe, und das Abknallen von der plötzlichen Entzündung einer ſehr verbrennlichen Materie herrühre, welche das flüchtige Alkali an den Goldniederſchlag anſetzt. Jacquin[y]) giebt hiervon folgende Erklärung: alle Goldniederſchläge, ſo wie überhaupt alle Metallkalke, enthalten eine ſehr reine dephlogiſtiſirte Luft; das flüchtige Laugenſalz aber eine Brennluft, die ſich, auch ohne mit dem

t) Eſſais and obſervat. read before a ſociety in Edinb. Vol. II.

u) Erläuterte Experimentalchemie. Th. III. S. 28. f.

x) Diſquiſ. chem. de calce auri fulminante. reſpond. *Car. Andr. Plomgren.* Upſ. 1769. 4. und in ſeinen opuſc. phyſ. chem. Vol. II. S. 133. f.

y) Anfangsgründe der mediciniſch-praktiſchen Chymie. Wien 1783. 8. S. 445.

dem Feuer in Berührung zu kommen, durch die bloße Wärme entzündet. Beyde zuſammen bilden alſo eine Knallluft, welche durch ihre plötzliche Entbindung und Exploſion die heftigſten Wirkungen auszuüben vermögend iſt.

Nach dem neuern Syſteme wird das Knallgold als eine Ammoniakhalbſäure betrachtet, und während des Verkalkens wird ſowohl das Ammoniak, als auch die Goldhalbſäure zerlegt. Der Waſſerſtoff des Ammoniaks verbindet ſich nämlich mit dem Sauerſtoffe der Goldhalbſäure, während ſich der Stickſtoff des Ammoniaks, mit dem Wärmeſtoffe verbunden, als Stickſtoffgas entwickelt; dadurch erhält das Gold ſeine metalliſche Geſtalt, und wird reducirt.

Das ſogenannte Knallſilber, welches Berthollet zuerſt in der Sitzung der Pariſ. Akademie der Wiſſenſchaften am 24ſten May 1788 vorzeigte, zeigt ähnliche Eigenſchaften, wie das Knallgold. Das Abknallen erfolgt ſchon bey der Berührung mit kalten Körpern. Wenn das in Salpeterſäure aufgelößte Silber mit Kalkwaſſer niedergeſchlagen iſt, ſo läßt Berthollet das Präcipitat drey Tage der Luft ausgeſetzt ſtehen, verdünnt es darauf mit ätzendem flüchtigen Alkali, und das daraus entſtehende ſchwarze Pulver getrocknet giebt das Knallſilber. Nach dem neuern Syſteme wird es als ein Ammoniakſilberkalk betrachtet. Während des Knallens wird nämlich ſowohl das Ammoniak als der Silberkalk zerlegt. Der Waſſerſtoff des Ammoniaks verbindet ſich mit dem Sauerſtoffe des Silberkalks, und es entſteht Waſſer; indeſſen verbindet ſich der Stickſtoff mit dem Wärmeſtoffe, und verurſacht vermöge ſeiner großen auf einmal erhaltenen Elaſticität das Knallen.

Auch

Auch Berthollet und Wurzer zu Bonn haben noch zwey merkwürdige Knallſalze entdeckt; der erſtere das muriate oxygéné de potaſſe, und der andere das muriate oxygéné de ſoude. Mit dem Knallſalze Berthollet's haben Fourcroy und Vauquelin [z]) verſchiedene Verſuche angeſtellt. Folgendes ſind die hauptſächlichſten von ihren entdeckten Thatſachen:

1. Drey Theile des Salzes und ein Theil Schwefel in einem metallenen Mörſer zu Pulver gerieben, zeigen dabei vervielfältigte und ſucceſſive Detonationen gleich einem Peitſchenknall oder Piſtolen- und ſelbſt Flintenſchuß, nach Maßgabe der Heſtigkeit der Bewegung und der Stärke des Drucks, den man anwendet. In concentrirte Schwefelſäure geworfen entzündet ſich das Gemenge plötzlich, und brennt ohne Geräuſch mit einer blendend weißen Flamme.

2. Drey Theile des Salzes, ein halber Theil Schwefel, und ein halber Theil Kohlen machen noch ſtärkere Detonationen, als das vorhergehende Gemenge, wenn man ſie in dem Mörſer reibt, und ein noch ſtärkeres Getöſe, wenn man ſie auf dem Amboſe ſchlägt. Die Flamme dieſes Gemenges, ſowohl beym Verpuffen, als beym Einwerfen in Schwefelſäure, iſt heftiger, lebhafter und röther als die des vorigen.

3. Gleiche Theile Knallſalz und gepulverter Spießglanz verpuffen beym Stoßen, und bringen mit der Schwefelſäure nur röthliche Funken hervor. Der Zink zu gleichen Theilen verpufft damit ebenfalls mit einer weißen Flamme; zeigt aber nichts in der Schwefelſäure.

4.

z) Gren's neues Journal der Phyſik. B. IV. S. 238. f. Crell's chemiſche Annalen 1792. XI. St.

4. Das reguliniſche Arſenik verpufft damit ſehr heftig beym Schlagen mit dem Hammer, und entzündet ſich mit ganz außerordentlicher Heftigkeit und Glanze bey der Berührung mit Schwefelſäure. Es erhebt ſich bey dieſem letzten Verſuche ein Rauch, welcher in der Luft die Geſtalt eines Ringes annimmt, wie beym freywilligen Abbrennen des phosphorhaltigen Waſſerſtoffgas in ruhiger Atmoſphäre.

5. Der Schwefelkies entzündet ſich plötzlich, aber ohne Geräuſch, beym Zuſammenreiben in einem metallenen Mörſer. Wird das Gemenge auf einem ſtählernen Ambos geſchlagen, ſo detonirt es ſtark und mit einer rothen Flamme.

6. Zinnober und die ſchwefelhaltigen Spießglanzkalke verpuffen beym Stoßen mit dem Knallſalze, aber ſie entzünden ſich mit der Schwefelſäure nicht. Eben dieß iſt der Fall beym Gemenge aus bloßer Kohle und Knallſalz.

7. Zucker, Gummi, fette und ätheriſche Oele, Alkohol, Aether mit Knallſalz vermiſcht, ſo daß dieſe letztern flüſſigen entzündlichen Subſtanzen damit einen Brey bilden, haben die Eigenſchaft, beym Stoße mit dem Hammer heftig zu verpraſſeln. Alle geben beym Verpuffen eine heftige Flamme. Beym bloßen Zuſammenreiben verpuffen dieſe Gemenge nicht, und entzünden ſich nicht. Einige davon entzünden ſich mit der concentrirten Schwefelſäure; ihr Verbrennen iſt aber langſam und ſucceſſiv.

8. Alle die vorher angezeigten Subſtanzen, welche mit dem Knallſalze vermengt ſich entzünden und plötzlich abbrennen, und durch den Stoß des Hammers ein beträchtliches Getöſe verurſachen, bringen eine

eine noch weit ſtärkere Detonation hervor, wenn man ſie zwiſchen doppelten Papieren preßt.

9. Die elektriſche Erſchütterung einer ſtarken Maſchine mit einer großen Batterie brachte, wie der Stoß, alle vorher angezeigten Gemenge zum Verpuffen, und es verbreitete ſich dabey ebenfalls Licht.

Dieſes ſonderbare Phänomen wird ſo erklärt: der Druck, wenn er beſonders in einem ſehr kurzen Zeitraume geſchieht, wie beym Stoße, begünſtigt die Vereinigung des Sauerſtoffs mit dem entzündlichen Körper; dieſe Verbindung, die durch den plötzlich aus dem Knallſalze entwickelten Sauerſtoff bewirkt wird, iſt mit einer plötzlichen Dilatation und der augenblicklichen Bildung von gasförmigen Stoffen begleitet, wodurch die umgebende Luft mit einer ſo großen Schnelligkeit zuſammengedruckt wird, daß daraus ein beträchtliches Getöſe entſteht. Das Licht, der Dampf, der jedem der angewandten verbrennlichen Körper eigene Geruch beweiſen, daß eine wahre Entzündung ſtatt findet, deren Gewalt und Heftigkeit die ſtarke Detonation zuzuſchreiben iſt.

Die durch Schwefelſäure hervorgebrachte Entzündung rührt von der Entbindung des gasförmigen oxygenirten Salzſauren her, in welchem die mit dem Salze vermengten verbrennlichen Materien ſich noch plötzlicher entzünden, als im gewöhnlichen oxygenirtſalzſauren Gas.

Aehnliche Wirkungen fand Wurzer bey ſeinem entdeckten Knallſalze. Er rieb ungefähr 1$\frac{1}{2}$ Gran davon in einer gläſernen Reibſchale; nach vorausgegangenen Funken und Kniſtern entſtand auf einmal ein betäubender Knall mit einer 2 Fuß hohen Flamme, welche

welche Wurzer'n einen Theil des Kleides verbrannte und das Auge ein wenig beſchädigte. Gleichwohl fand ſich noch ein halber Gran unzerſetzte Materie in der Schale.

Die gemeine Meinung von der erſtaunlichen Gewalt des entzündeten Schießpulvers war dieſe, daß man glaubte, es erzeuge ſich im Augenblicke der Entzündung eine große Menge Luft. Robins ſetzt dieſe Menge im Zuſtande der Erkaltung auf den 224fachen Raum des Schießpulvers; er meint aber, daß durch die Hitze der Entzündung dieſelbe eine 4mal ſtärkere Elaſticität erhalte, und ſich daher in einen 976mal oder beynahe 1000mal größern Raum, als welchen das Schießpulver ſelbſt einnimmt, auszudehnen ſtrebe.

Der Graf von Saluces [a]) nimmt an, daß die aus dem Pulver entwickelte Luft ſich in einen 222 mal größern Raum ausbreite, als das Pulver.

Macquer hatte behauptet, daß die Verpuffung des Schießpulvers durch den aus der Vereinigung der Salpeterſäure mit dem Brennbaren entſtehenden Salpeterſchwefel entſtehe (B. V. S. 253.). Dagegen erinnert aber Prieſtley [b]), der Salpeterſchwefel würde ohne atmoſphäriſche Luft nicht brennen können, die Luft aber, in welcher ſich das Pulver entzünde, würde gar bald durch das entbundene Brennbare phlogiſtiſirt werden, und das Brennen nicht weiter befördern. Er meint vielmehr, das Abbrennen des Pulvers rühre von der dephlogiſtiſirten Luft her, welche ſich aus dem Salpeter

a) Miſcellan. philoſoph. mathem. ſociet. privil. Taurin. p. 105.

b) Experim. and obſervat. relating to various branches of natural philoſophy. Lond. 1779. 8. p. 255.

ter bey der Glühehitze in Menge entwickele, und in welcher alle verbrennlichen Körper ſchnell und heftig mit Kniſtern und Glanz verbrennen. Ueberdem glaubt er noch, daß dabey auch die Salpeterſäure entbunden, und vielleicht mit zur Erzeugung der dephlogiſtiſirten Luſt oder einer andern Gasart verwendet werde.

Gegen dieſe Behauptung führt D. Ingenhouß c) an: es knalle die dephlogiſtiſirte Luſt allein nicht, ohne mit brennbarer Luſt vermiſcht zu ſeyn; auch ſey es nicht wahrſcheinlich, daß ſich hierbey ein Salpetergeiſt entwickele, da man in offener Luſt durch bloßes Glühen des Salpeters dergleichen nie erhalte. Nach ihm entwickelt ſich vielmehr aus der Kohle zugleich brennbare Luſt, welche mit der dephlogiſtiſirten aus dem Salpeter eine Knallluſt bilde, deren Exploſion die glühenden Theile mit Heftigkeit durch die übrigen werfe, und daher Entzündung und Abknallen mit bewunderswürdiger Geſchwindigkeit verbreite. Lichtenberg d) äußert noch, wenn eine Knallluſt entſtehe, und durch das Abbrennen nach Cavendiſh, Watt und Lavoiſier in Waſſer verwandelt werde, ſo würden auch noch die dadurch entſtehenden Waſſerdämpfe die Menge der elaſtiſchen Materie vermehren.

Nach dem antiphlogiſtiſchen Syſteme wird die Gewalt des Schießpulvers auf folgende Art erklärt: die anziehende Kraft, welche das Schießpulver zu dem Sauerſtoffe bey einer höhern Temperatur hat, iſt ſo groß, daß die Säurung in einem Augenblicke geſchieht, wodurch eine große Menge Wärmeſtoff plötzlich frey wird,

c) Verſuch einer neuen Theorie über das Schießpulver in den vermiſchten Schriften. Wien 1784. 8. B. I. S. 305. f.

d) Erxleben's Anfangsgründe der Naturlehre. §. 432.

wird, welcher die umgebende Luft plötzlich und mit großer Gewalt ausdehnt, und alle widerſtehenden Körper gewaltſam auf die Seite wirft. Wenn man mit Waſſer angefeuchtetes Schießpulver in verſchloſſenen Gefäßen entzündet, ſo erhält man eine Miſchung von kohlenſaurem Gas, Salpeterſtoffgas und ſalpeterhalbſaurem Gas. Die beyden erſten Gasarten entſtehen durch die Zerlegung der Salpeterſäure vermittelſt der Kohlen; das letzte hingegen vermöge des Schwefels, welcher die Salpeterſäure eines Theils ihres Sauerſtoffs beraubt, und ſich in Schwefelſäure verwandelt hat. Das Knallen des Schießpulvers iſt der plötzlichen Entwickelung dieſer Gasarten zuzuſchreiben.

Bey allen dieſen Bemühungen glaubte doch der Graf von Rumford, daß dieſer wichtige Gegenſtand noch nicht mit gehöriger Sorgfalt und Genauigkeit unterſucht worden wäre; er unternahm es daher, denſelben durch eine Reihe neuer Verſuche mittelſt eines neuen Apparats zu ſeiner Vollkommenheit zu bringen [e]). Dieſen außerordentlich koſtſpieligen Apparat konnte er erſt 1792 zu Stande bringen, als der Auftrag des Churfürſten von Pfalz-Bayern, ſeinen Kriegsſtaat einzurichten, ihn mit Genehmigung deſſelben in den Beſitz aller Hülfsmittel des Münchener Zeughauſes ſetzte. Die Verſuche, welche mit dieſem Apparate angeſtellt wurden, bewieſen, daß ſie mit Robins Vorſtellungen über die Wirkungsart des Schießpulvers nicht vereinbar ſeyn konnten, und leiteten den Grafen auf eine ganz neue Erklärungsart. Sie ergaben, daß die Kraft des Pulvers nicht, wie Ro-

e) Philoſoph. Tranſact. for the year 1797. P. II. p. 221. ſq.

bins angenommen hatte, 1000, ſondern wenigſtens 50000 mal größer iſt, als die des mittlern Luftdrucks. Dieſe ungeheure ausdehnende Kraft konnte der Graf in nichts anderm, als in der ausdehnenden Kraft der Waſſerdämpfe finden, welche ſich beym Entzünden des Schießpulvers bilden. Sowohl die beyden Beſtandtheile des Waſſers, als auch das Waſſer ſelbſt, ſind in der Miſchung des Schießpulvers vorhanden, und wahrſcheinlich bildet und entwickelt ſich Waſſer bey der Entzündung. Dieſes wird aber, wie bekannt, beym Erhitzen ſo außerordentlich viel ſtärker ausgedehnt, als irgend ein permanent elaſtiſches Fluidum, und die Kraft der Dämpfe iſt ſchon wenige Grade über dem Siedpunkte ſo gewaltig, daß es denkbar iſt, wie Dämpfe, die zur Rothglühehitze erwärmt worden, die ungeheuer große ausdehnende Kraft bewirken können. Es iſt daher, ſagt der Graf, unnöthig, mit Lavoiſier zu der Menge des ungebundenen Wärmeſtoffs ſeine Zuflucht zu nehmen, um die Kraft des Schießpulvers zu erklären. Auch ſcheint ihm ſelbſt die Art, wie der Pulverdampf einer Kanone in der Luft aufſteigt, ſich allmählig zerſetzt, und unſichtbar wird, die Anweſenheit von Waſſerdampf zu beweiſen.

Wenn es daher wirklich und hauptſächlich die ausdehnende Kraft der Waſſerdämpfe iſt, welche im Schießpulver wirkt, ſo iſt eine Kanone nichts als eine Dampfmaſchine von einer eigenen Vorrichtung; und wenn das Geſetz beſtimmt werden könnte, wonach die Expanſivkraft dieſes Dampfes ſich mit der Dichtigkeit und Temperatur deſſelben ändert: ſo würde man das wahre, und zwar ein ganz anderes Geſetz für die Wirkung des Schießpulvers erhalten, als worauf Robins in ſeiner Artillerie bauet. Da alſo nach des Gra-

Grafen Theorie die Wirkung des Pulvers auf einem nicht permanent elaſtiſchen Fluido beruht, ſo ſind alle bisherige Theorien über das Schießpulver weſentlich falſch.

Der Graf glaubte aus ſeinen Verſuchen das Geſetz gefunden zu haben, nach welchem die Elaſticität des Pulverdampfs von der Dichtigkeit deſſelben abhängt. Es erhellte nämlich, daß die Elaſticitäten in viel größerm Verhältniſſe, als die Dichtigkeiten, und zwar nach einem veränderlich ſteigenden Verhältniſſe zunehmen, ſo daß, wenn man die Dichtigkeiten mit x, die Elaſticitäten mit y bezeichnet, nicht etwa y einer beſtändigen, ſondern einer veränderlichen Potenz von x proportional iſt. Ferner glaubt er aus ihnen noch weiter ſchließen zu dürfen, daß der veränderliche Exponent dieſer Potenz nie kleiner als 1 ſeyn könne, (beſonders weil y zugleich mit x verſchwindet), und daß daher die wahre Form der Abhängigkeit zwiſchen Elaſticität und Dichtigkeit des Pulverdampfs ſich folgender Maaßen ausdrucken laſſe $y = x^{1+z}$. Von vielen Wegen und Rechnungen, welche er eingeſchlagen habe, um die Abhängigkeit zwiſchen x und z den Verſuchen möglichſt entſprechend zu beſtimmen, leiſte, behauptet er, keine den Verſuchen ſo gut Genüge, als wenn man $z = \frac{4}{10000}$ y ſetzt, vorausgeſetzt, daß die Dichtigkeiten x in ſolchen Theilen ausgedruckt werden, wovon 1000 auf die größt möglichſte Dichtigkeit gehen. Iſt dieß der Fall, ſo wäre $y = x^{1 + 0{,}0004\,x}$ das allgemeine Geſetz, wonach die Elaſticität des Pulverdampfs y von der Dichtigkeit deſſelben x abhienge, dieſe in Tauſendtheilchen der größt möglichſten Dichtigkeit, und jene in Zahlen ausgedruckt, welche, mit 1,841 multiplicirt, ſich auf den mittleren Luftdruck

druck

druck als Einheit beziehen, ſo wie mit 27,615 multiplicirt, den Druck des Pulverdampfs auf 1 Quadratzoll Fläche in Avoir du pois Pfunden geben; oder es iſt nach der Rumfordſchen Formel die Elaſticität des Pulverdampfs auf den mittleren Druck als Einheit bezogen $= 1{,}841 . x^{1 + 0{,}0004\,x}$.

Wegen der Richtigkeit dieſer Beſtimmung beruft ſich der Graf auf die große Uebereinſtimmung der darnach berechneten Elaſticitäten des Pulverdampfs, bey den verſchiedenen Ladungen von 1 bis 18 Gran, mit den wirklich beobachteten bey den Verſuchen.

Sternſchnuppen und Feuerkugeln.

Beccaria hatte zuerſt behauptet, daß die Sternſchnuppen elektriſchen Urſprungs ſind (B. V. S. 255.). Allein Reimarus [f]) bemerkt, daß ſich die Sternſchnuppen ſowohl in der Entſtehung, als auch in der Bewegung und Wirkung vom Blitze und allen elektriſchen Erſcheinungen gar ſehr unterſcheiden. Die Entſtehung der Sternſchnuppen erfolge bey heiterer windſtiller Luft, und in einer viel größern Höhe des Luftkreiſes, als die Wolken; dabey zeige ſich offenbar eine entzündete Materie, welche Funken umherſprühe; auch weiche der Weg derſelben von der Bahn eines Wetterſtrahls gar ſehr ab, und ſie ſuchten nicht die auf der Erde hervorragenden Gegenſtände zu treffen.

Nach Volta [g]) und Andern hat vorzüglich die brennbare Luft, welche ihrer Leichtigkeit wegen bis auf die größten Höhen aufſteigt, und in Vermiſchung mit atmo-

f) Vom Blitze. §. 100. 168.

g) Briefe über die Sumpfluft. Aus d. Italien. Winther-thur 1778. 8.

atmoſphäriſcher Luft einer Entzündung fähig wird, an dieſer Erſcheinung großen Antheil.

Chladni[h]) erklärt die Sternſchnuppen auf eine ähnliche Art, wie die Feuerkugeln. Nach ſeiner Meinung unterſcheiden ſich die Sternſchnuppen von den Feuerkugeln nur dadurch, daß ihre eigenthümliche ſchnelle Bewegung ſie in einer größern Entfernung bey der Erde vorbeyführt, ſo daß ſie von derſelben nicht bis zum Niederfallen angezogen werden, und folglich beym Durchgehen durch die höchſten Regionen der Atmoſphäre entweder nur eine ſchnell vorübergehende elektriſche Erſcheinung verurſachen, oder auf einen Augenblick wirklich in Brand kommen, welches Brennen aber ſogleich wieder aufhört, wenn ſie ſich von der Erde abermals ſo weit entfernen, daß die Luft zur Unterhaltung des Feuers zu dünn iſt.

Indeſſen gibt Chladni auch zu, daß unter dieſen leuchtenden Erſcheinungen, beſonders bey niedrigern, einige von ganz anderer Entſtehung ſind. Manche könnten von elektriſcher Natur ſeyn, oder aus ſchleimigen, durch Fäulniß aufgelößten animaliſchen und vegetabiliſchen Theilen entſtehen, und ſich durch die Ausdehnung, durch die Sumpfluft, wie kleine Luftbälle zu einiger, nie aber beträchtlichen Höhe erheben.

Girtanner[i]) hält die Sternſchnuppen wahrſcheinlich für gephosphortes Waſſerſtoffgas, welches ſich in der Atmoſphäre von ſelbſt entzündet, d. h. mit Sauerſtoff verbindet. Weil nun aber eine hohe Temperatur erfordert wird, um den Phosphor in Gas zu

h) Ueber den Urſprung der Eiſenmaſſen ꝛc. Leipzig 1794. 4.

i) Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie. Berlin 1795. 8. S. 247.

zu verwandeln, ſo entſtünden die Sternſchnuppen auch nur bey warmer Witterung.

Genauere Beobachtungen über die Höhe der Sternſchnuppen haben erſt in den neueſten Zeiten Brandes und Benzenberg angeſtellt [k]). Beyde machten ſie vom 11ten Septemb. 1798 bis zum 4ten November, der eine zu Clausberg, der andere anfänglich zu Ellershauſen, nachher zu Seſebühl, in einerley Nächten, jeder für ſich, über alle ihnen vorkommende Sternſchnuppen. Die Zeit beſtimmten ſie nach Uhren, die ſie immer vorher auf der Göttinger Sternwarte ſtellten. Hauptſächlich war es ihnen um den Punkt zu thun, wo die Sternſchnuppe verſchwand. Ihren Ort beſtimmten ſie anfänglich durch Meſſung ihres Abſtandes von zwey bekannten Sternen mit Hülfe eines Winkelmeſſers, nachher, weil dieß zu viel Zeit erforderte, durch ſeine bloße Bezeichnung in den Sternkarten. Dadurch ergab ſich dann ſeine gerade Aufſteigung und Abweichung, und vermittelſt der Zeit Höhe und Azimuth des Verſchwindungspunkts. Da nun auch die Lage und Größe der Standlinie bekannt war, ſo ließ ſich hieraus die Entfernung dieſes Punkts beſtimmen. Aus Vergleichung der Zeit und der übrigen Umſtände der Beobachtung ergab es ſich, welche der beyderſeits gemachten Beobachtungen als correſpondirend angeſehen werden konnten. Dergleichen fanden ſich unter 402 im Ganzen gemachten Beobachtungen nur 22. In der Folge wurden auch Verſuche

k) Verſuche, die Entfernung, Geſchwindigkeit und die Bahnen der Sternſchnuppen zu beſtimmen von J. F. Benzenberg und H. W. Brandes. Hamburg 1800. 8.

ſuche gemacht, zugleich den Anfangspunkt der Sternſchnuppen, und damit die Lage und Länge der Bahn und die wahre Geſchwindigkeit derſelben zu beſtimmen. Als Reſultate von 17 correſpondirenden Beobachtungen ergab ſich, daß eine der Sternſchnuppen mehr als 30 Meilen, 2 über 20 Meilen, 8 über 10 Meilen, und 6 zwiſchen $1\frac{1}{2}$ bis 10 Meilen von der Erde entfernt waren. Die bey einigen berechnete Länge ihrer Bahn war 7, 8, 9, 10 Meilen, ihre wahre Geſchwindigkeit 4, 5, 6 Meilen in einer Sekunde, bey einer ließ ſich der wahre Durchmeſſer auf etwa 100 Fuß ſchätzen.

In den neuern Zeiten ſind über die Feuerkugeln mehrere Beobachtungen von Silberſchlag [l]), von Rittenhouſe in Amerika [m]), von Verſchiedenen in England [n]) und beſonders von D. Chladni [o]) angeſtellt worden. Letzterer hat aus ſeinen Beobachtungen folgende Geſetze hergeleitet.

1. Die Bahn, welche die Feuerkugeln in der Luft nehmen, ſcheint paraboliſch zu ſeyn; gegen den Horizont fallen ſie unter beträchtlichen Winkeln, und es muß außer der Anziehung der Erde noch eine andere Kraft auf ſie wirken.

2. Ihre Geſtalt iſt anfänglich einem hellen Stern ähnlich, nach und nach vergrößern ſie ſich aber, und bey

l) Theorie der am 23. Jul. 1762. erſchienenen Feuerkugel. Magdeb. Stendal und Leipz. 1794. 4.

m) Philoſoph. Tranſact. of the American ſociety. Vol. II. p. 173 ſq.

n) Philoſoph. Tranſact. Vol. LXXIV. p. 1 ſq.

o) Ueber den Urſprung der von Pallas gefundenen und andern ihr ähnlichen Eiſenmaſſen. Leipz. 1794. 4.

bey Annäherung gegen die Erde wird ihr Durchmeſſer dem ſcheinbaren Durchmeſſer des Mondes gleich, oft noch größer.

3. Ihr Licht iſt ſtärker, als das Mondenlicht, aber flimmernd, und beweiſt einen brennenden Zuſtand.

4. Ihre ſenkrechten Höhen von der Erde ſind mehrentheils beträchtlich.

5. Zuletzt zerſpringen ſie mit einem heftigen Getöſe, und dabey will man einen ſchwach leuchtenden Nebel bemerkt haben.

6. Die wahren Durchmeſſer hat man oft auf 500 Toiſen geſchätzt.

7. Die Erſcheinung ſelbſt hat von 16 Sekunden bis auf etliche Minuten gedauert.

8. Die Geſchwindigkeit ihrer Bewegungen iſt bisweilen der Geſchwindigkeit der Erde gleich gekommen.

Ueber die Natur dieſer merkwürdigen Meteore hat man bis jetzt noch keine völlige Gewißheit. Silberſchlag leitet die Entſtehung derſelben von aufgeſtiegenen in der obern Luft angehäuften ſchleimigen oder öligen Dünſten ab, von Herbert[p]) und Toaldo[q]) halten ſie für Entzündungen von brennbarer Luft, und Vaſalli erklärt ſie mit Beccaria für ein elektriſches Phänomen.

Hin=

p) De aëre fluidisque ad aëris genus pertinentibus. Vien. 1779. 8.

q) Lettere fiſico - meteorologiche de' celeberrimi fiſici *Sennebier, Sauſſure* et *Toaldo* con le riſposte di *A. M. Vaſalli.* Torino 1789. 8.

Hingegen hat Chladni aus den angeführten Geſetzen gefolgert, daß der Stoff der Feuerkugeln ziemlich dicht und ſchwer ſeyn müſſe, weil er ſo ſichtbare Wirkungen der Schwere zeige, und ſeiner ſchnellen Bewegung ungeachtet in der Luft nicht zerſtreuet werde. Solche dichte Stoffe könnten ſich aber weder in der Atmoſphäre anhäufen, noch durch bekannte irdiſche Kräfte ſo weit erhoben werden, und eine ſo ſchnelle Wurfbewegung erhalten; daher müßten dieſe Stoffe im übrigen Weltraume ſchon vorhanden geweſen ſeyn. Nach ihm ſind alſo im Weltraume grobe Materien, welche mit den größten Weltkörpern nicht in Berührung ſind, zerſtreut. Kommen nun dergleichen Materien in die Atmoſphäre unſerer Erde, ſo muß nothwendig durch ihre äußerſt ſchnelle Bewegung, welche von der Anziehung der Erde noch mehr beſchleunigt wird, wegen des heftigen Reibens in der Atmoſphäre eine ſehr ſtarke Hitze in ihnen erregt werden, wodurch ſie in einen brennenden und geſchmolzenen Zuſtand gerathen, welcher eine Menge Dünſte und Luftarten in ihnen entwickelt. Dem Einwurfe, daß ein wirkliches Brennen in ſo verdünnter Luft nicht anhaltend ſeyn könne, begegnet er dadurch, daß man nicht wiſſen könne, wie weit die Grenze gehe, wo die Luft zur Unterhaltung des Feuers noch tauge, und daß ſelbſt die Untauglichkeit durch Reiben und durch ſchnelle Bewegung erſetzt werden könne. Dieſe ſeine Theorie gründet er vorzüglich auf die Beobachtungen, daß unter Donner ähnlichem Getöſe aus der Luft eiſenhaltige Maſſen auf die Erde niedergefallen ſind. Durch einige neuere Begebenheiten glaubt Chladni ſeine Theorie immer mehr beſtätigt zu ſehen. Eine Naturbegebenheit dieſer Art war der Steinregen zu Siena am 16. Jun. 1794, von welcher unter andern vom

Herrn

Herrn Oberconſiſtor. Rath Zöllner im Septemb. der Berliner Monatsſchrift 1796 Nachricht gegeben wird. Es erſchien nämlich in der dortigen Gegend Abends gegen 7 Uhr eine länglichrunde, ganz iſolirte finſtere Wolke, welche durch ihren bemerkbaren Anblick Aufmerkſamkeit erregte, und an mehreren von einander entlegenen Orten zu gleicher Zeit beobachtet ward. Auf einmal fielen unter ſchrecklichen Explosionen und Blitzen, wobey allemal Nebel oder Rauch aus der Wolke hervorbrach, eine Menge glühender ſchlackenartiger Steine herab, meiſtens ganz klein, manche aber etliche Pfunde ſchwer, viele ſchlugen mehrere Ellen tief in die Erde. Anfänglich vermuthete man, daß dieſe Erſcheinung mit dem am vorhergehenden Tage geſchehenen Ausbruche des Veſuvs in Verbindung ſtehen möchte; allein bis jetzt ſind die dortigen Naturforſcher darin einig, daß dieß ungegründet ſey, wie denn auch die niedergefallenen Steine gar keine Aehnlichkeit mit den Auswürfen des Veſuvs haben, und die Gegend beynahe 50 deutſche Meilen vom Veſuv entfernt iſt. Ein unterſuchter Stein war inwendig aſchgrau, von erdigem Bruche, matt und mit metalliſch glänzenden Theilchen gemengt, welche dem Schwefelkieſe ähnlich waren. Seitdem ſind wieder zwey neue Beobachtungen dieſer Art bekannt geworden. In dem London chronicle 7. Jan. 1796. n. 5709. und in andern engliſchen Journalen finden ſich Nachrichten von einem Steine, 56 Pfund ſchwer, der am 13. Decemb. 1795. bey Woldnewton in Yorkſhire mit einem heftigen Getöſe niedergefallen iſt. Da er nur 18 Zoll in die Erde eingedrungen iſt, ſo iſt zu vermuthen, daß der Boden entweder ſehr hart geweſen, oder daß der Stein nicht als ein feſter Körper, ſondern als eine weich geſchmolzene Maſſe mag niedergefallen

 ſeyn.

ſeyn. Er roch nach Schwefel, und war noch warm, als er niedergefallen war.

Die einzige Feuerkugel, von welcher gemeldet wird, daß man an dem Orte ihres Niederfallens eine lockere, ſchaumige Maſſe gefunden habe, iſt die, welche in der Lauſitz und den umliegenden Ländern am 8. März 1796. ſich ſehen ließ, und von welcher vorzüglich Hr. von Gersdorf und Hr. Bauer in der Lauſ. Monatsſchrift Nachricht geben. Die herabgefallene Maſſe ſchien nur ein losgeriſſener oder gewiſſer Maaßen abgetropfter Theil der Feuerkugel geweſen zu ſeyn.

Chladni führt für ſeine Hypotheſe über die Entſtehung der Feuerkugeln noch folgendes an: das blendend weiße Licht der Feuerkugeln werde von manchem Beobachter mit dem Lichte des ſchmelzenden Eiſens verglichen. Das Brennen, Rauchen, Funkenauswerfen bemerke man ebenfalls beym Eiſen, beſonders beym Verbrennen deſſelben in Sauerſtoffgas. Die innere ſchwammige Beſchaffenheit, und die kugelichten Eindrücke in der äußern harten Rinde der ſibiriſchen und andern gediegenen Eiſenmaſſen ſchienen noch Spuren von der Ausdehnung durch elaſtiſche Flüſſigkeiten und dem Zuſammenziehen beym Erkalten zu ſeyn. Der Schwefel befördere das Verbrennen in einer ſehr dünnen Luft, da er bekanntlich unter dem Recipienten der Luftpumpe in einer ſo verdünnten Luft brenne, wo faſt jeder andere Körper verlöſche. In meteoriſchen Maſſen ohne Schwefel ſey dieſer wahrſcheinlich völlig verbrannt. Auch wollen einige nach Erſcheinung einer Schwefelkugel einen ſtarken Schwefelgeruch geſpürt haben.

Da es ſchwer zu begreifen war, wie dergleichen ungeheure Maſſen in die Atmoſphäre unſerer Erde kämen,

kämen, und daſelbſt entzündet werden könnten, ſo verfiel man auf die höchſt unwahrſcheinliche Hypotheſe, daß ſie, vom Monde abgeſchleudert, bis zur Erdatmoſphäre gelangen, und von der Erde angezogen werden könnten. Schon D. Olbers trug dieſe Idee, daß Körper, die vom Monde aufwärts geworfen ſind, auf unſere Erde fallen könnten, vor, und la Place äußert ſich in einem Briefe an den Herrn von Zach r) hierüber alſo: "Ohne Zweifel haben Sie von den Steinen gehört, die vom Himmel gefallen ſeyn ſollen, und über die Howard weitläuftige Verſuche angeſtellt hat. — Waren ſie vielleicht Produkte der Mondsvulkane? Ich finde, daß ſolche ausgeworfene Körper die Erde erreichen können, wenn ſie mit einer 5 bis 6 mal größern Geſchwindigkeit, als die einer Kanonenkugel, aufwärts geſchleudert werden. Unſere irdiſchen Vulkane ſcheinen ihren Auswürfen eine größere Geſchwindigkeit als dieſe zu ertheilen. Die geringe Maſſe des Mondes und die große Feinheit ſeiner Atmoſphäre, wenn er überhaupt eine hat, machen, daß dieſe Sache nicht unmöglich iſt. Es wäre ſonderbar, wenn wir mit unſerm Trabanten auf eine ſolche Art in Verbindung ſtänden. — Ich äußere dieſen Gedanken bloß als Vermuthung; ehe man ihn annehmen darf, müſſen die Facta ſorgſältig geprüft, und alle übrige Erklärungen, die man davon geben kann, genau unterſucht werden."

Edward Howard s) hat ſich nämlich bemüht, eine Menge von Thatſachen aufzuſuchen, welche beweiſen ſollen, daß wirklich Steinmaſſen vom Himmel herabge-

r) Monatliche Correſpondenz 1802. Septemb. S. 277.
s) Philoſoph. Tranſact. for the year 1792.

abgefallen ſind. Die Reſultate ſeiner Bemühungen waren, daß eine Anzahl Steine, von welchen man behauptet, daß ſie in ganz verſchiedenen Ländern unter ähnlichen Umſtänden vom Himmel herabgefallen ſind, genau dieſelben Charaktere beſitzen. Die Steine von Benares, der Stein von Yorkſhire, die Steine von Siena und ein Stück eines ſolchen Steins aus Böhmen ſeyen unläugbar ganz von einerley Art. Sie enthalten insgeſammt 1. Schwefelkies von einer eigenen Natur; 2. ein Metallgemiſch aus Eiſen und Nickel, und ſind 3. insgeſammt mit einer Kruſte von ſchwarzem Eiſenoxyd umgeben; 4. ſtimmt die Erde, welche dem Ganzen als eine Art von Cement dient, ihrer Natur und Eigenſchaften nach in allen dieſen Steinen überein. Im Steine von Benares ſind die Schwefelkiestheilchen und die kugelichten Körperchen ſehr deutlich; in den übrigen ſind ſie nicht ſo ganz beſtimmt wahrzunehmen, und in einem Steine von Siena war ein Kügelchen durchſichtig. Die Steine von Benares fielen unter Erſcheinung eines feurigen Meteors, die Sineſer Steine unter Blitzen herab. Dieſe Uebereinſtimmung in den Umſtänden und die Autoritäten, welche er angeführt habe, ließen es nicht länger bezweifeln, daß dieſe Steine wirklich herabgefallen ſeyen, ſo unbegreiflich uns auch die Sache wäre.

Alles ſogenannte gediegene Eiſen enthalte Nickel. Die ungeheure Eiſenmaſſe in Südamerika ſey voller Höhlungen, und ſcheine weich geweſen zu ſeyn, da ſich in ihr verſchiedene Eindrücke zeigten. Die ſibiriſche Eiſenmaſſe habe kugelförmige Höhlungen, die zum Theil mit einer durchſichtigen Maſſe ausgefüllt ſind, welche aus denſelben Beſtandtheilen nahe in demſelben Verhältniſſe, als der kugelichte Theil im Steine von Be-

nares,

nares, beſtehe. Das gediegene Eiſen aus Böhmen adhärire an einer erdigen Maſſe, worin ſich kugelichte Körper befinden.

Statt aus dieſen Thatſachen Folgerungen zu ziehen, legt Howard nur zwey Fragen vor: 1. Sollten nicht alle herabgefallene Steine, und das, was wir gediegenes Eiſen nennen, einerley Urſprung haben? 2. Sind dieſe Körper vielleicht nicht insgeſammt, oder doch einige derſelben, Produkte feuriger Meteore? und ſollte nicht den Stein aus Yorkſhire ein Meteor nur in allzuhohen Regionen gebildet haben, als daß man es hätte wahrnehmen können?

Gegen Howard bemerkt Patrin t) zu Lyon zuerſt im Allgemeinen, daß einmal in allen von Howard mitgetheilten Nachrichten kein Augenzeuge genannt werde, ſondern alles nur auf Ausſage unbekannter Leute beruhe, die weiter ſagten, was ſie nur durch Hörenſagen hätten, und daß zweytens ſämmtliche Erzählungen darauf führen würden, daß man Donner- oder Strahlſteine annehmen müßte; eine Annahme, die doch Howard ſelbſt für lächerlich erkläre.

Ueber die einzelnen Erzählungen bemerkt Patrin im weſentlichen Folgendes: Gerichtliche Certificate ſeyen, wenn ſie wunderbare Begebenheiten betreffen, beſonders aus gewiſſen Ländern, eben nicht ſehr glaubwürdig. Und was die Aehnlichkeit aller Steinmaſſen unter ſich betreffe, ſo ſey dieſe bey weitem nicht ſo groß, als Howard glaube. Von den ſibiriſchen Maſſen habe er in einem Briefe in der bibliotheque N. 140. hinlänglich dargethan, daß alle Umſtände dahin über-

t) Journal de phyſique. T. LV. p. 376 ſq.

übereinſtimmten, daß ſie eine ſehr reiche Eiſenmine ſey, die der Blitz geſchmolzen habe. Sie liege, nach Pallas, am Tage, nahe am Gipfel eines Berges, doch ein wenig unterhalb eines mächtigen Ganges von ſchwarzem, durch den Magnet ziehbarem Eiſen, der aus dem Rücken des Berges zu Tage ausgehe. Der Berg beſteht aus einer Abart der Kieſelſchiefer, und es ſey wahrſcheinlich, daß ein Theil des Ganges, wo er zu Tage ausſetzt, durch Quarzadern von der andern Maſſe getrennt geweſen ſey. Nun aber wiſſe jeder Phyſiker, daß die Exploſion des Blitzes nichts mehr befördere, als eine iſolirte Metallmaſſe herabzuſchleudern, beſonders wenn ſie ſich auf dem Gipfel eines Berges befinde. Nichts ſey daher natürlicher, als daß dieſe Maſſe von faſt reinem Eiſen den Entladungsſchlag einer ganzen Gewitterwolke angezogen habe.

Patrin ſchließt mit der Bemerkung, daß, ſo ſehr man gezwungen ſey, viele unerklärbare Erſcheinungen zu glauben, man ſich doch hüten müſſe, Thatſachen, die ſich ganz leicht und einfach erklären laſſen, in wunderbare Ereigniſſe umzuſtalten, für die ſich in der Natur nichts Analoges findet, und für die wir keinen andern Beweis, als die allerunbedeutendſten Sagen haben.

Indeſſen hat la Place u) folgende Hypotheſe über den Urſprung der meteoriſchen Steine aufgeſtellt: Dieſe meteoriſchen Steine und Metalle können von der Oberfläche des Mondes fortgeſchleudert ſeyn. Es ſey bekannt, daß es auf dem Monde Vulkane gebe, und daß der Mond gar

keine,

u) Bulletin des ſciences de la ſocieté philomatique. N. 66. 68.

keine, oder nur eine höchſt dünne Atmoſphäre beſitze. Die von den Mondvulkanen ausgeworfenen Maſſen werden daher in der Atmoſphäre des Mondes durch keinen Widerſtand retardirt, ſtatt daß auf der Erde die größte Wurfbewegung durch den Widerſtand der Luft ſehr bald ganz aufgehoben werde. Der Punkt zwiſchen Erde und Mond, wo die Anziehung nach dem Monde und die nach der Erde gleich groß ſind, liege ſehr viel näher beym Monde, als bey der Erde. Würde eine Maſſe von einem Mondvulkane nur bis über dieſen Punkt hinaufgeſchleudert, ſo könnte ſie nicht mehr nach dem Monde zurück, ſondern müßte nun nach der Erde herabfallen, und zwar mit beſchleunigter Bewegung, bis ſie in die Erdatmoſphäre hineinkäme. In dieſe würde ſie mit einer außerordentlichen Geſchwindigkeit eintreten, und deßhalb in ihr einen ausnehmenden Widerſtand finden, der ſie allmählig retardiren müßte, ſo daß ſie an der Oberfläche der Erde nur mit der gewöhnlichen Geſchwindigkeit, welche wir bey fallenden Körpern wahrnehmen, ankommen könnte. Sie würde aber wahrſcheinlich erhitzt, vielleicht ſelbſt entbrannt ſeyn, durch die ausnehmende Reibung, welche ſie bey dem ungeheuren Widerſtande der Luft erleide. Wären dieſe von den Mondvulkanen ausgeworfenen Maſſen von ganz anderer Natur, als die irdiſchen vulkaniſchen Produkte, ſo würde es möglich ſeyn, ſie auf der Oberfläche der Erde, nachdem ſie niedergefallen, zu finden.

Wenn dieſe von la Place aufgeſtellte Hypotheſe richtig wäre, ſo müßte ein Körper von der Oberfläche des Mondes in der geraden Linie zwiſchen den Mittelpunkten von Mond und Erde mit der Geſchwindigkeit von 7771 Pariſ. Fuß ſenkrecht in die Höhe geworfen werden,

werden, um bis zu dieſem Punkte hinzukommen, wo die Erde ihn eben ſo ſtark, als der Mond, anzieht. Hieraus iſt alſo begreiflich, daß ein Körper, der mit einer größern Geſchwindigkeit, z. B. mit einer Geſchwindigkeit von 7800 Fuß, in die Höhe geworfen wird, nicht wieder auf den Mond zurückfallen könnte, ſondern ſich auf die Erde herabſtürzen müßte. Dieſe Geſchwindigkeit iſt ungefähr 5 mal größer, als die Geſchwindigkeit, mit welcher ein 24 Pfünder, der mit 12 Pfund Pulver geladen iſt, eine Kugel von gehörigem Kaliber forttreibt.

Ob nun gleich die Herren la Place, Mayer, Brandes und Andere auf der einen Seite die Möglichkeit gezeigt haben, daß Steine vom Monde auf unſere Erde herabſtürzen können, ſo bemerkt doch ſchon Hr. Olbers x), daß es auf der andern Seite große Schwierigkeiten haben würde, wenn man im Ernſte jene aus der Luft herabgefallenen Steine als vom Monde herabgeſchleudert anſehen wolle; denn wenn man bey den Berechnungen zugleich auf die Bewegung des Mondes um die Erde Rückſicht nehme, ſo erhelle, daß die vom Monde mit einer ſenkrechten Geſchwindigkeit von 8000 Fuß und darüber ausgeworfenen Körper, weil ihnen zugleich die Bewegung des Mondes nach der Richtung der Tangente ſeiner Bahn im Augenblicke des Wurfs eingedruckt ſey, ſobald ſie ſich vom Monde ſo weit entfernt hätten, daß er ſie ungleich ſchwächer, als die Erde, anziehe, ſich in einem Kegelſchnitte um die Erde bewegen würden, und daß der Mond ſie in dieſer Bewegung mehr oder weniger perturbiren werde. Nach Verſchiedenheit der Richtung und der Wurfgeſchwindigkeit könne dieſer Kegelſchnitt eine

x) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XIV. S. 43 f.

eine Hyperbel (wozu jedoch eine ganz ungeheure Wurfgeſchwindigkeit erfordert würde), oder eine Ellipſe ſeyn. Um auf die Erde zu fallen, müßte er eine Ellipſe beſchreiben, deren Perigäum innerhalb der Erdatmoſphäre liege; dazu gehöre aber ein ſehr beſtimmtes Verhältniß der Richtung und der Wurfgeſchwindigkeit des ſchweren Körpers, weßhalb nur ſehr wenige der Maſſen, die der Mond ausſchleuderte, auf die Erde fallen könnten. So müßte der Mond nach und nach eine Verminderung ſeiner Maſſe erleiden; denn er müßte ſehr viele Steine ausſchleudern, damit nur zuweilen einige davon auf die Erde fallen könnten. Und würden dann nicht unzählige andere ſolche ſchwere Theilchen als kleine Trabanten um die Erde laufen? Müßten dieſe nicht zum Theil in unſern lichtſtarken Teleſkopen ſichtbar werden, da Feuerkugeln oft von beträchtlicher Größe ſeyn, und die Beobachtungen der Ceres und Pallas uns gezeigt hätten, daß wir Körper, die von der Sonne erleuchtet ſind, noch unter außerordentlich kleinen ſcheinbaren Durchmeſſern ſehen könnten? Oder ſind vielleicht einige Sternſchnuppen ſolche kleine Erdtrabanten? Gehört der kleine glänzende Lichtpunkt, den Schröter einſt im Schlangenträger durch das Feld ſeines Fernrohrs ſtreichen ſah, vielleicht auch hierher? Dieſe Schwierigkeiten, anderer nicht zu gedenken, die aus der ſpeciellen Unterſuchung aller Umſtände beym Herabfallen jener Steine herrühren, ſchienen ihm ſehr wichtig und ſchwer zu heben zu ſeyn.

Endlich hat Herr Prof. Wrede[y]) in Berlin über die neuern Hypotheſen, wodurch man die Feuerkugeln

y) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XIV. S. 35 f.

kugeln zu erklären geſucht hat, kritiſche Bemerkungen gemacht. Daß die Feuerkugeln ſich nicht in ſehr weiter Entfernung von der Erdfläche erzeugen oder entzünden, das beweiſe nicht nur ein gewiſſer Zuſtand unſerer Atmoſphäre, ſondern auch ihr nach dem Zerſpringen ſehr bald hörbarer Knall. Wenigſtens ſeyen einige dieſer Erſcheinungen, ſo wie manche Sternſchnuppen, welche von verſchiedenen Phyſikern für große Feuerkugeln in außerordentlichen Höhen gehalten würden, der Erdfläche ſo nahe, daß ihre Entfernung kaum einige 100 Fuß betragen könne; denn man höre ihr Geräuſch, welches dem Ziſchen einer ſteigenden Rakete gleiche. Nicht nur ſeine eigenen, ſondern auch D. Benzenberg's Beobachtungen beſtätigten dieß; letzterer zeige, vermittelſt parallactiſcher Höhenmeſſungen dieſer Körper, ganz unwiderleglich, daß einige jener Lufterſcheinungen, beſonders die kleinen Sternſchnuppen, der Erdfläche ſehr nahe ſind. Hieraus ließen ſich nun keine günſtigen Folgerungen für Halley's gewagte Hypotheſe ziehen, daß die Feuerkugeln außerhalb unſerer Atmoſphäre zuſammen ballten, und eine Bewegung um die Sonne anfingen, oder gar, wie Hartſoeker wollte, terreſtriſche Kometen ſeyen. Er ſehe nicht ein, wie man dieſe letztere Vorſtellung, bey ſo weniger Uebereinſtimmung der Merkmale an Feuerkugeln und wirklichen Kometen, auch nur analogiſch rechtfertigen wolle, da die Kometen, nach den neueſten Beobachtungen Schröter's und anderer Aſtronomen, keine bloßen Meteore in der Photoſphäre unſerer Sonne ſind, auch nicht brennen, wie eine Fackel, ſondern planetariſche Kugeln mit einer Lichthülle umgeben ſind, ſo daß ſie auf ihrer der Sonne abgekehrten Seite keinen Schatten werfen, folglich zu den ſelbſtleuchtenden Körpern gehören. Das

Herab-

Herabſtürzen dieſer vorgeblichen terreſtriſchen Kometen aus ihren Bahnen würde ein Zertrümmern des terreſtriſchen Trabantenſyſtems ſeyn. Wer könne aber beweiſen, daß die unſerer Sonne zugehörigen Kometen auf ſie herabſtürzten, und aufhörten, als ſelbſtſtändige Körper im Weltraume zu exiſtiren? Finde dieß nun nicht ſtatt, wie habe man es wagen können, Feuerkugeln und Kometen für ähnliche Körper anzuſehen? Daß ferner den Feuerkugeln bloß Elektricität zum Grunde liegen ſollte, wie Beccaria und Vaſalli behauptet haben, dagegen ſpreche das nach und nach wachſende und wieder abnehmende Licht, die niemals geſchlängelte Bewegung der Feuerkugeln und Sternſchnuppen, und die nach dem Verſchwinden derſelben gewöhnlich noch übrig bleibende, einige Sekunden lang mit röthlicher Phosphoreſcenz leuchtende Maſſe, welche bey keinem Blitze geſehen werde, ungeachtet es Blitze ohne Donner gebe. Außerdem äußere ſich die Elektricität in der hohen verdünnten Luft unter ganz andern Kennzeichen, als die Feuerkugeln, nämlich als eine dem Nordlichte ähnliche Erſcheinung, welches der Identität dieſer beyden Luftbegebenheiten gänzlich widerſpreche. Noch weniger genügten die übrigen Hypotheſen, daher man ſie auch ſämmtlich aufgegeben habe.

Statt ihrer ſeyen vor kurzem zwey neue Hypotheſen aufgeſtellt worden: die Chladni's und eine andere, nach welcher die Feuerkugeln Auswürfe des Mondes ſeyn ſollten.

Was Chladni's Hypotheſe betreffe, ſo ſey es zuförderſt der Erfahrung nicht gemäß, daß alle Feuerkugeln mit einem heftigen Getöſe zerſpringen. In den ſüdlichen Ebenen habe er an der baltiſchen See wohl

mehr als zwanzig ziemlich beträchtliche und mannigmal recht merkwürdige Feuerkugeln geſehen, aber unter allen dieſen entſinne er ſich nur einer einzigen, welche bey ihrem Verlöſchen einen dumpfen Knall, wie von einer entfernten Kanone, verurſachte. Sie hatte einen röthlichen Glanz, und ging von Oſt nach Weſt. Ihr ſcheinbarer Durchmeſſer war größer, als der des Vollmonds. Die übrigen verſchwanden gewöhnlich auf folgende Art. Wenn ihr Licht, welches einmal ſo hell, wie brennender Phosphor im Sauerſtoffgas leuchtete, verloſch, blieb in einem, dem Orte des Verſchwindens zunächſt gelegenen beträchtlichen Theile ihres durchlaufenen Weges eine röthlich phosphoreſcirende Maſſe übrig, die ſich nach einigen Sekunden allmählig verlor. Das Zerſpringen mit einem Knalle ſey ſogar denjenigen nicht immer eigen, welche heftige Funken oder blitzähnliche Flammen auswerfen, wie ihm ſeine eigene Erfahrung belehrte. Es gebe daher zwar einige Feuerkugeln, welche mit einem heftigen Getöſe zerplatzten, aber dagegen kämen auch viele andere vor, und vielleicht bey weitem die meiſten, welche weder eine außerordentlich ſchnelle Bewegung hätten, noch bey ihrem Verlöſchen einen Knall gäben.

In Anſehung der Behauptung, daß Feuerkugeln eine ziemlich ſeltene Erſcheinung ſeyen, bemerke er, daß man dieſes wohl einräumen könne, wenn von einzelnen Gegenden des Erdbodens und von beſtimmten geographiſchen Oertern die Rede ſey; meine man aber damit, daß ſie in der Erdatmoſphäre überhaupt ſehr ſelten vorkämen, ſo ſey dieſes unſtreitig unrichtig, auch wenn man hier von den Sternſchnuppen abſehe, welche, nach der Meynung Chladni's, doch auch Feuerkugeln ſeyn ſollten. Es käme bey dieſen und ähnlichen

Mate-

Materien nur darauf an, daß Beobachter da wären, um ſie wahrzunehmen und bekannt zu machen. Don Ulloa melde in ſeiner Reiſe nach Peru, daß zu Santa Maria da la Parilla jede Nacht Feuerkugeln geſehen würden. Chladni erkläre ſie zwar für bloße Irrlichter; er ſehe aber nicht ein, aus welchen Gründen, da jenem Gelehrten der Unterſchied zwiſchen einem Irrlichte und einer Feuerkugel doch wohl bekannt geweſen ſeyn müſſe.

Wenn die Feuerkugeln anfänglich nur wie eine kleine Sternſchnuppe erſcheinen, ſo laſſe ſich daraus nicht immer auf eine beträchtliche Höhe ſchließen, in welcher ſich dieſe Körper zuerſt entzündeten; ſondern in den meiſten Fällen ſey es wohl bloß der zunehmende chemiſche Oxydations- und Lichtentwickelungsprozeß, der den ſcheinbaren Durchmeſſer derſelben ſo anſehnlich vergrößere. Dieſes leuchte ſchon aus der einen Thatſache hervor, daß der ſcheinbare Durchmeſſer bey allen Feuerkugeln, ohne ein Maximum erreicht zu haben, auch wieder abnehme, und ſich allmählig bis auf Nichts verkleinere.

Chladni's Beweis, daß alle Sternſchnuppen und Feuerkugeln in paraboliſchen Bahnen ſich bewegen ſollten, ſey höchſt unvollſtändig. Die Erfahrung ſtreite offenbar dagegen, daß jede Feuerkugel ſchräg gegen den Horizont herabſinke. Im Jahre 1795. habe er eine geſehen, welche in ganz horizontaler Richtung vor ſeinen Augen hervorgegangen ſey. Ihre Bewegung von Oſten nach Weſten war ſehr ſchnell, und ſie hatte, gleich einem Kometen, einen beſenartigen Schweif hinter ſich, welcher von der brennenden und leuchtenden, mit einem ſehr laut hörbaren ziſchenden Getöſe ausſtrömenden Materie herrührte.

Die Folgerungen, welche Chladni aus ſeinen vorausgeſchickten Geſetzen ziehe, daß nämlich die Feuerkugeln nicht telluriſchen Urſprungs ſeyn könnten, ließen ſich durch keine direkten Erfahrungsbeweiſe rechtfertigen. Denn hätte jeder Körper, der ſich mit einer ungewöhnlichen Geſchwindigkeit in unſerer Luftmaſſe bewege, die feſte Form; ſo müßte ſie ſchlechterdings auch dem Blitze und ähnlichen feurigen Meteoren zukommen. Es ſey aber unbezweifelt gewiß, daß der elektriſche Feuerball, welcher ſcheinbar wie ein zackiger Strahl aus der Gewitterwolke fahre, durchaus keine andere, als die gasförmige Geſtalt habe. Daß er in der Luftmaſſe nicht gleich beym Anfange ſeiner Bewegung zerſtiebe, gründe ſich in dem Mangel der Miſchungsfähigkeit der elektriſchen Materie, und der reinen von Waſſerdämpfen freyen atmoſphäriſchen Luft. Und nach der Analogie zu urtheilen, ſey es gar nicht unbegreiflich, daß ſich Stoffe, welche dampf- oder luftförmig wären, mit erſtaunlicher Geſchwindigkeit durch die Atmoſphäre bewegen könnten; denn die mit ungleichartigen gasförmigen Körpern wirkten eben ſo, wie unter den heterogenen tropfbaren nicht nur attractive oder miſchende, ſondern auch repulſive oder abſondernde, ausſcheidende Kräfte, und dieſe letztern ſeyen es eigentlich, von welchen die ſchnelle Bewegung abhange. Man müſſe nicht glauben, als wenn das Mittel, in welchem die Bewegung vor ſich gehe, zu keiner Zeit etwas anders thue, als bloß Widerſtand leiſte: nein, es ſey vielmehr in unzähligen Fällen die bewegende oder fortſtoßende Kraft ſelbſt.

Chladni ſcheine ferner in dem heftigen Knalle, womit die Feuerkugeln zerſpringen, einen Beweis finden zu wollen, daß ſie feſte Körper ſind. Er ſtellt

ſich

ſich die Sache ſo vor, als würden dieſe meteoriſchen Maſſen durch die Hitze gleichſam wie eine mit Luft gefüllte und ſtark erwärmte Blaſe aufgebläht, und bildeten wirklich ſehr beträchtliche, ihren Durchmeſſer immer mehr vergrößernde Halbkugeln, die zuletzt von der zu ſtarken Ausdehnung der in ihnen eingeſchloſſenen Gasarten mit einem ſtarken Getöſe zerplatzen müßten. Wären die Hauptmaſſen, meint er, nicht feſter Art, ſo würden ſie nicht zähe genug ſeyn, eine ſo ſtarke Aufblähung, als zu einem gewaltigen Knalle erforderlich ſey, auszuhalten. Offenbar, ſagt Wrede, ſey dieſer Erklärungsgrund bloß geſucht, um einer Hypotheſe Eingang zu verſchaffen, und es ſeyen wieder viele Thatſachen aus der Acht gelaſſen, woraus das Gegentheil hervorgehe. Knalle denn der elektriſche Funke, oder die mit Sauer- und Waſſerſtoffgas oder mit gephosphortem Hydrogengas gefüllte Maſſe bloß darum, weil ſie ein feſter Körper umgebe, den ſie zerplatze? Wenn Chladni's Folgerung richtig ſeyn ſollte, ſo müßte folgender Satz beſtehen: es finde in der Atmoſphäre nicht anders ein Knall ſtatt, als wenn ein feſter aufgeblähter Körper durch eingeſchloſſene Luft zerſpringe. Dieſer Satz ſey aber ganz ungegründet, mithin dürfe gar kein Beweis darauf geſtützt werden.

Wenn man indeſſen auch zugebe, daß alle Feuerkugeln feſte Körper ſeyen, ſo würde ſich doch daraus nicht darthun laſſen, daß ihre Entſtehung innerhalb unſerer Atmoſphäre ſchlechterdings unmöglich ſey. Wer kenne alles, was in unſerer Luftkugel möglich ſey und vorgehe, ſo genau, daß er als gewiß und wahr behaupten dürfe: nur dieß und nichts anders könne innerhalb ihrer Grenzen geſchehen. Chladni glaube

zwar, die Unmöglichkeit des telluriſchen Urſprungs der Feuerkugeln erhelle daraus, daß weder in der obern Luft feſte Maſſen ſich zuſammenballten, noch die auf der Erde vorhandenen Wurfkräfte hinreichten, feſte Maſſen bis zu einer Höhe von einigen geographiſchen Meilen hinaufzuſchleudern. Beydes ſey aber noch nicht entſchieden; im Gegentheil kennten wir mehrere Thatſachen, welche die Möglichkeit jener geläugneten Ereigniſſe wenigſtens begreiflich, wo auch nicht wahrſcheinlich machten. Freylich ſeyen uns noch wenige Umſtände bekannt, wo aus flüſſigen Körpern durch Miſchungsveränderungen augenblicklich ſchnell ſtarre oder feſte Maſſen entſtünden; indeſſen habe uns doch die Erfahrung deutliche Fingerzeige gegeben, daß ſo etwas möglich ſey. Wären uns auch hier unten an der Erde alle Naturbegebenheiten mit ihren ſpeciellen Urſachen und Geſetzen durchaus bekannt, ſo würden wir dennoch beym Urtheilen über Luftereigniſſe jenſeits einer Kluft von einigen geographiſchen Meilen aufwärts in der Atmoſphäre, ſehr behutſam zu Werke gehen müſſen, weil die Umſtände, unter welchen dieſelben chemiſchen Stoffe wirken, die hier an der Erdfläche gefunden werden, dort ganz anders ſind, und er halte es jetzt für eine eitle Anmaßung, aus den Erfahrungen hier unter am Luftmeere, das unſere Kugel decke, genau beſtimmen zu wollen, was weiter nach der Oberfläche deſſelben hinaus geſchehen und nicht geſchehen könne. Uebrigens möge man wohl bedenken, daß unſere ſogenannten Elemente nicht einfache Subſtanzen, ſondern Produkte einer noch unbekannten chemiſchen Operation, ſowohl in der organiſchen als unorganiſchen Natur ſind. Geſetzt endlich, die Anweſenheit ponderabler Stoffe in der dichtern Luftmaſſe unſers Planeten ſey unmöglich, wie ſollten ſie denn da, wo

das

das den Weltraum erfüllende Mittel ſo äußerſt dünn und ätheriſch iſt, daß auch der ſchwächſte Lichtſtrahl durch ihn viele tauſend Billionen Meilen weit von den entlegenſten Nebelflecken bis zu uns ſich ungeſtört fortpflanze, ohne Schwierigkeit grobe ponderable Körpertheile zuſammenhalten können? Das gröbere Mittel ſollte dieſemnach keine andere, als feine, und das weit dünnere dagegen gröbere Stoffe enthalten können; welcher Grundſätze willen ſey dieſe Behauptung ſchlußgerecht? In der That, er begreife nicht, wie Chladni's Meynung über den nicht telluriſchen Urſprung der meteoriſchen feſten Körper ſich rechtfertigen laſſe, und woher er die Einſicht habe, daß ihr Entſtehen innerhalb unſerer Dunſtkugel unmöglich ſey.

Eben ſo verhalte es ſich auch mit der Beobachtung, daß auf der Erde keine Kraft vorhanden ſey, aus welcher meteoriſche feſte Maſſen herabgefallen ſeyn ſollten. Wir hätten allerdings Kugeln, welche ganz erſtaunlich, und auf dieſe Art wirkten. Vorzüglich gehörten hierher die Waſſerdämpfe, welche mannichmal, ungeachtet ihres anſcheinend unbedeutenden Vorraths, doch ſehr beträchtliche Zerſtörungen anrichten könnten.

Aus alle dieſem erhelle nun zur Genüge, daß Chladni's Hypotheſe keineswegs auf guten Gründen ſtehe, und daß ein jeder die Unhaltbarkeit derſelben zu begreifen vermöge.

Es ſey nun die Frage, ob man nicht annehmen dürfe, daß alle Feuerkugeln Auswürfe von Vulkanen ſind; oder ob ſich nicht einige dieſer leztern zuweilen wirklich unter der Geſtalt von feurigen Meteoren ſolcher Art ſehen laſſen? Das leztere laſſe ſich zuverläſſig bejahen; das erſtere aber halte er ſich durch Erfah-

rung berechtigt beſtimmt zu verneinen; eben ſo auch die Behauptung, daß alle Feuerkugeln feſte Körper ſind, welche aus dem weiten Himmel auf unſere Erde herabſtürzen. Daß gasförmige und dampfförmige Körper dieſelben leuchtenden Erſcheinungen, als die feurigen Meteore, wovon hier die Rede ſey, geben könnten, davon fänden ſich Thatſachen, beſonders am Veſuv. Nach Hamilton's Beobachtungen über den Ausbruch dieſes Vulkans im Jahre 1794 am 15. Juni erkaltet die Lava mit häufigem Krachen, und gibt dabey ſo laute Exploſionen, wie das Eis in den Gletſchern der Schweitz. Es dringt dann ein Dampf hervor, der ſich zuweilen wie Sternſchnuppen entzündet. Vielleicht wären auch die großen Feuerbälle, welche, von Humboldt's Nachricht zu Folge, bey dem Erdbeben in Cumana 1797 die Luft häufig durchkreuzt hätten, ebenfalls ein Produkt der Zerſetzung und Oxydirung entweder von Dämpfen und Gasarten, wo nicht zum Theil glühende Auswürfe geweſen, welches aber doch hätte müſſen bemerkt werden können. Ueberhaupt ſeyen in vulkaniſchen Gegenden Feuerkugeln, fliegende Drachen, Sternſchnuppen und dergleichen feurige Meteore die gewöhnlichen Vorboten eines Erdbebens. Wenn man in jedem dieſer Phänomene einen feſten Körper erblicken, oder gar einen Ankömmling aus den weiten ſternloſen Räumen des Himmels erkennen wollte, welch ein ſonderbares Zuſammentreffen der Umſtände auf unſerm Planeten und außerhalb deſſelben würde da nicht vorauszuſetzen ſeyn, daß gerade zur Zeit des Erdbebens jene cosmiſchen Fremdlinge, die ein berühmter Gelehrter Planetenkörner zu nennen beliebt habe, ſich wie Schwärme bey uns einſtellten? Man müßte nothwendig ein Cauſalverhältniß annehmen, und entweder die

An-

Annäherung der cosmiſchen Klümpchen für die Urſache des Erdbebens, oder umgekehrt dieſes leztere als den Grund anſehen, daß jene ſcharenweiſe auf unſern Himmelskörper herabgeriſſen würden. Indeſſen möchte wohl das eine ſo widerſinnig ſeyn, als das andere, und ſolches um ſo mehr, da es durch dieſe Thatſachen offenbar werde, daß zur Entſtehung derjenigen Feuerkugeln, welche keine Auswürfe von Vulkanen ſind, ein gewiſſer chemiſcher Zuſtand der Atmoſphäre nöthig ſey, deſſen Beſchaffenheit uns aber bis jezt, aus Mangel an gehörigen Unterſuchungen, noch unbekannt bleiben müßte.

Wenn nun aber unſere Luftkugel ſelbſt die Bedingungen enthalte, daß dieſe meteoriſchen Körper ſich zuweilen ſcharenweiſe zeigen müßten, wie wollte man denn behaupten, daß ihr Urſprung nicht telluriſch ſey? Und wenn ſo unzählig viele Feuerkugeln von bedeutender Größe vorkämen, wo wirklich keine feſten Körper vom Himmel fielen, ſondern wo die Grundmaſſe dieſer feurigen Meteore ſich in der Luft auflöſe und zerſetze, die ſich zu denen, wo man Steine und Stücke Eiſen aus der Luft herabſteigen geſehen habe, gewiß verhielten, wie hunderttauſend oder vielmal hunderttauſend zu Eins. Was wollten die wenigen Ereigniſſe, welche man uns z. B. im Plinius, oder von Agram in Slavonien, von Siena im Toskaniſchen, von Terra nuova in Calabrien, von Tabor in Böhmen, von Jura bey Sagan in Schleſien, von Mormes und Catentin in Frankreich, von Yorkſhire in England, von einigen Orten in Südamerika, von Benares in Oſtindien, oder von der Pallas'ſchen Eiſenmaſſe in Sibirien u. ſ. w. erzähle, was wollten dieſe ſagen, in Vergleichung gegen die vielen feurigen Meteore, welche nach

Chlad-

Chladni's Meinung unter den Begriff der Feuerkugeln gehörten, und wovon mannichmal in einer einzigen Nacht mehrere Tauſend geſehen werden könnten? Er wolle die Glaubwürdigkeit aller der Erzählungen von Steinen, die in Gegenden, wo es keine Vulkane gebe, vom Himmel gefallen ſind, nicht in Zweifel ziehen, ungeachtet auf die Form der Beobachtung ein großer Theil der Wahrheit ankomme, und bey den meiſten dieſer Vorfälle keine eigentlichen Phyſiker oder gebildete Menſchen, ſondern gemeine Landbewohner die Augenzeugen wären, lauter Perſonen, welche nicht genau genug beobachteten; aber durch alle dieſe hiſtoriſchen Belege laſſe ſich gar nicht erweiſen, daß nur zuweilen, viel weniger mit jeder Feuerkugel oder Sternſchnuppe ein cosmiſcher Körper auf unſern Erdball herabſtürze. Nach dem Steinregen bey Siena habe man in der Nähe benachbarter Vulkane, z. B. des Monte rotondo, welcher gerade um dieſe Zeit geſpieen habe, mehrere unverkennbare Auswürflinge gefunden, welche ſich bloß dadurch, daß der Schwefel in ihnen mangelte, von den zu Siena aus der Luft herabgefallenen Steinen unterſchieden. Daß die nach Chladni und Andern auf die Erde herabgeſtürzten Eiſenmaſſen vermittelſt der Reibung in der Luft ſo weit erhitzt worden ſind, daß ſie zum Schmelzen gekommen wären, ſey nichts weiter, als leere Einbildung.

Der Zuſtand des Brennens, worin ſich die gewöhnlichen Feuerkugeln befänden, gebe einen unumſtößlichen Beweis, daß in den allermeiſten dieſer meteoriſchen Körper weder geſchmolzenes Eiſen, noch bis zum Glühen erhitztes Geſtein vorhanden ſeyn könne; denn es ſey ſchlechterdings dem Laufe der Natur zuwider, daß ein in Brand gerathener und bis zum Schmel-

zen erhitzter metalliſcher, oder überhaupt feſter und oxydirbarer Körper in unſerer Atmoſphäre, beſonders in den niedern Regionen derſelben, bloß einige wenige Sekunden in dieſem Zuſtande verbleiben könne. Das ſey aber jederzeit der Fall mit den Feuerkugeln und Sternſchnuppen; denn die ſcheinbare Flamme dieſer Meteore verſchwinde ſchon mit der zweyten und dritten Sekunde. Wären es wirklich feſte glühende Maſſen, ſo müßten ſie ſich hierin ſchlechterdings anders verhalten, und Erſcheinungen geben, wie ſie den in unſerer Atmoſphäre geworfenen glühenden Körpern insgeſammt eigen ſind. Es müßte das Brennen in der untern, an Sauerſtoff reichern Luft, mithin auch das Glühen und Leuchten zunehmen; ferner eine Verglaſung, beſonders in den meteoriſchen Maſſen, worin außer der Kieſelerde und Talkerde auch Thonerde und Kalkerde vorhanden ſey, erfolgen, und eine deutliche Spur der Verſchlackung wahrzunehmen ſeyn; aller Schwefel an ihrer Oberfläche müßte verbrannt, d. h. in gasförmige ſchweflichte Säure verwandelt, oder doch wenigſtens verflüchtigt ſeyn, und endlich müßten, wenn alle Feuerkugeln feſte Maſſen wären, ſich beym Zerſpringen derſelben glühende Stücke ſehen laſſen, welche zur Zeit der Nacht von oben herab bis unten an die Erdfläche leuchtende Strahlen bilden müßten, wie eine ſchnell geſchwenkte glühende Kohle. Aber von dieſem allen werde man, wenigſtens bey den gewöhnlichen Feuerkugeln, gar nichts gewahr; mithin fehle es an denjenigen Merkmalen ganz, welche einen in unſerer Atmoſphäre glühenden feſten Körper weſentlich charakteriſirten, und die Hypotheſe, daß allen Feuerkugeln feſte Maſſen zum Grunde lägen, wie auch, daß die angeblichen meteoriſchen Eiſenmaſſen in der Luft geſchmolzen ſeyn ſollten, könne nicht beſtehen.

Chlad-

Chladni behaupte nun zwar, daß Vulkane die Unſchmelzbarkeit des Eiſens und der Steine eben ſo wenig überwinden könnten, als das ſtärkſte künſtliche Feuer; daß ferner die außerordentliche Geſchmeidigkeit des Eiſens durch vulkaniſches Feuer wegfallen müßte, wenn die gefundenen Stücke gediegenen Eiſens einen telluriſchen Urſprung hätten; und daß ſie endlich auf naſſem Wege auch nicht entſtanden ſeyn könnten, obgleich es auf ſolche Art gebildetes Eiſen gebe, weil man die Wirkung des Feuers zu deutlich an ihnen ſehe. Wrede'n ſcheint es aber, als wenn dieſer Gelehrte in ſeinen Behauptungen zu weit ginge, und bloße Meinungen als Beweiſe aufſtellte. Fürs erſte nehme Chladni an, daß die löcherige Textur ein weſentliches Kennzeichen der Schmelzung ſey; wenigſtens finde er keinen andern Grund in ſeiner Schrift, worauf er ſeine Meinung ſtützen könnte. Sey denn aber das löcherige Gewebe bey allen Foſſilien, denen es eigentlich zukomme, ein untrügliches Kennzeichen, daß ſie ſich irgend einmal in einem Zuſtande der Schmelzung befunden haben, oder bloß in dieſem und auf keine andere Weiſe gebildet worden ſind? Keineswegs! Fürs zweyte, wie wolle man behaupten, daß Eiſen und Steine im vulkaniſchen Feuer entweder unſchmelzbar ſeyn, oder dieſe und jene beſtimmte Form darin annehmen müßten? Wer kenne alle die verſchiedenen Umſtände und Modifikationen, die für unſere Kunſt ganz unnachahmlich ſind, um ſagen zu dürfen, nur dieß könne im Vulkane geſchehen, und jenes ſey in allen ſchlechterdings unmöglich. Er gebe zu, daß es ſich nothdürftig bey einigen ſehr bekannten Vulkanen beſtimmen laſſe, was Produkt ihrer Art ſey, und was ſie gewöhnlich liefern müßten. Allein wie viele Vulkane gebe es, welche wir von Grund aus kennten?

ten? Nicht einen einzigen. Und wären auch die Erzeugniſſe von mehreren unter ihnen durchaus bekannt; ſo würde doch die Form derſelben keine Nothwendigkeit, ſondern lediglich eine in manchem Betrachte unſichere Analogie für ſich haben, worauf man in Wahrheit nicht immer ſo zuverſichtlich bauen dürfe. Ihm ſcheine es daher, daß jedes entſcheidende Urtheil über das, was in Vulkanen vorgehen könne oder nicht, eine zu dreiſte Anmaßung ſey. Es habe überdieß noch Niemand angegeben, wie ſich ſtreckbares Eiſen verhalte, wenn es geſchmolzen ſey. Warum wollte man ſich denn getrauen, zu behaupten, daß die äußern Kennzeichen der ſibiriſchen Eiſenmaſſen und ähnlicher Körper die wahren Merkmale eines ehemaligen Zuſtandes der Schmelzung ſeyen? Könnten ſie denn nicht das blaſige Anſehen auf irgend eine andere Art, als gerade durch Schmelzung, und in irgend einem andern Zuſtande, als gerade in ihrer vollkommenen Dehnbarkeit erhalten haben? Er glaubt, daß unſere metallurgiſchen Kenntniſſe noch nicht ſo vollendet ſind, um dieſe Fragen durchaus verneinen zu dürfen.

Einige Phyſiker haben geglaubt, behaupten zu dürfen, daß die gediegenen Maſſen durch einen Bliß geſchmolzen worden wären. Noch andere haben ſie für Eiſenoxyd gehalten, welches überall auf dem Erdboden anzutreffen, und durch den Bliß reducirt worden ſey. Hingegen führe D. Chladni folgendes an: 1. laſſe ſich zwar die Möglichkeit der Reduktion und Schmelzung des Eiſens durch den elektriſchen Funken nicht läugnen, da letzterer nicht allein dieß thun, ſondern auch ſogar Quarz in Fluß bringen könne; aber es ſey doch nicht wahrſcheinlich, daß ein Bliß 15000 bis 17000 Pfund Eiſen auf einmal zu ſchmelzen oder

zu

zu reduciren vermöge. Nur als Feuerkugel könne eine ſolche Maſſe geſchmolzen werden: 2. treffe man dieſe Maſſe zu Tage liegend, und nicht in einiger Tiefe, wo allenfalls ein ſolches Schmelzen vom Blitze eher angeben könne: 3. habe auch Beccaria Unrecht, wenn er annehme, daß der Blitz, ſo wie er durch einen vermittelſt der Elektriſirmaſchine verdampften Waſſertropfen, keine metalliſchen Körper fortſchleuderte; denn es wäre ſonderbar, wenn bloß dieſe Maſſen der Fortſchleuderung unterworfen ſeyn ſollten.

Wrede antwortet hierauf: In Anſehung des erſten Grundes ſehe er nicht ein, woher man berechtigt ſey, zu ſagen, daß eine gediegene Eiſenmaſſe nicht anders als in einer Feuerkugel geſchmolzen werden könne. Es dürfte nicht befremden, wenn die gediegenen Eiſenmaſſen, wo auch nicht immer, doch am öfterſten vom Blitze getroffen werden, da dieſes Metall unter allen elektriſchen Leitern einer der vorzüglichſten ſey, und eben darum den Blitz weit ſtärker als alle benachbarte Körper anderer Art anlocken müſſe. Der zweyte Hauptgrund, nämlich die ſeichte Lagerung jener gediegenen Eiſenmaſſen in den Erdſchichten, oder ihr geſchiebartiges Vorkommen, widerlege vielmehr Chladni's eigene Hypotheſe gänzlich. Denn wären jene Körper, von welchen einige 300 Centner ſchwer gefunden worden ſind, aus dem weiten Himmelsraume mit einer Geſchwindigkeit von 4 bis 6 geographiſche Meilen in einer Sekunde auf die Erde herabgeſtürzt: ſo hätten ſie wahrlich nicht oben auf liegen bleiben können, ſondern hätten viele hundert Klafter tief in den Boden einſchlagen müſſen, ſelbſt wenn der Stoß unter einem ſehr ſchiefen Winkel geſchehen wäre.

Da

Da ſich dieſe cosmiſchen Eiſenkugeln, nach Chladni's Hypotheſe, in eigenen Bahnen um die Sonne bewegen, und aus dieſen von der Anziehung unſers Planeten herausgeriſſen werden, ſo könnten eines Theils die Fälle, wo dergleichen Körper unſere Erde vermittelſt eines centralen Stoßes treffen müßten, gar nicht ſo ſelten ſeyn: andern Theils müßte die Tangentialkraft, welche ſie zu einer Jahresbewegung um unſere Sonne nöthige, gewiß nicht viel größer, oder kaum ſo groß, als die Centripetalkraft nach unſerer Erde ſeyn, (denn ſonſt könnte dieſe letztere weiter nichts, als eine beträchtliche Störung in ihrer Bahnbewegung verurſachen), und dann ſey es nicht wohl möglich, daß ſie unter einem kleinern Winkel als 45° auf die Horizontalebene herabfielen. Geſetzt indeß auch, daß der Winkel, unter welchem der excentriſche Stoß gegen den Horizont geſchehe, nur 30° betrage, ſo werde doch die Gewalt, womit der fallende Körper in dieſem Falle gegen den Erdboden ſchlage, noch halb ſo groß ſeyn, als die Gewalt des centralen Stoßes. Man vermehre daher die Geſchwindigkeit auch noch ſo ſehr, und nehme z. B. nur die mittlere Geſchwindigkeit, womit die Feuerkugeln und Sternſchnuppen ſich in unſerer Atmoſphäre zu bewegen pflegten: ſo würden wir doch die ſibiriſchen Eiſenmaſſen ſo wenig, wie andere Körper dieſer Art, auf unſerer Erde wieder finden können, wenn ſie aus dem hohen Himmel auf unſern Planeten herabſtürzten. Ihre entſetzlichen Spuren würden wir ſehen: ſie ſelbſt aber nie entdecken.

Hiemit falle nun auch die kühne Hypotheſe weg, nach welcher die aus der Luft herabgefallenen Mineralkörper Auswürflinge der Vulkane im Monde ſeyn ſollen. Ob es ſolche Vulkane wirklich geben möge?

das ſey freylich eine Frage, die ſich nicht leicht beantworten laſſe; denn es könne immer ſeyn, daß die Aehnlichkeit zwiſchen unſerer Erde und ihrem Trabanten bloß ſcheinbar ſey, und daß die Mondalpen nicht nur einen ganz andern Urſprung hätten, ſondern auch aus ganz anderer Maſſe geformt wären, als die vulkaniſchen Kegelberge unſers Planeten. Die aus der Luft gefallenen Steine, urtheile man, gehören nicht auf unſerer Erde zu Hauſe: wo ſollten ſie denn nun anders herkommen, als von dem uns zunächſt ſchwebenden Himmelskörper? Und da ſie dieſem durch die bloße Attraction des Hauptplaneten nicht entführt werden können: wie ſollte dieß anders angehen, als daß des Mondes eigene Wurfkräfte hierzu die erſte Veranlaſſung gegeben haben? Was nun die Behauptung betreffe, bemerkt Wrede, daß nämlich die aus der Luft gefallenen Mineralkörper nicht auf unſerer Erde zu Hauſe gehörten, ſo beziehe er ſich auf das, was er im Vorigen ſchon darüber geſagt habe. Aber in Rückſicht auf den übrigen Theil der Schlußfolge halte er für nöthig, hier noch zu beweiſen, daß ſie ungegründet ſey, und zwar aus folgenden Gründen: 1. weil die gar zu geringe Tiefe, bis zu welcher dieſe Körper in unſern Erdboden eindringen, der ſehr großen Geſchwindigkeit, welche ſie durch das Herabfallen vom Monde erlangen müßten, nach Gründen der Mechanik widerſtreitet; 2. weil die Zeit ihres Falles vom Monde herab viel zu lang iſt, als daß ſie glühend ſeyn könnten; 3. weil man keinen wahrſcheinlichen, viel weniger einen überzeugenden Grund habe, auf dem Monde ſo erſtaunende Wunderkräfte anzunehmen, als zum Fortſchleudern der größten vulkaniſchen Auswürflinge erforderlich wären; 4. weil dieſe letztern eben deßhalb nicht in ſo tiefen geographiſchen Breiten niederfallen könnten, wie die

in

in Sibirien gefundenen; und 5. weil die feſten Meteorkörper nicht einmal 2 Erdhalbmeſſer hoch herabgefallen ſeyn könnten.

Was nun noch die Beleuchtung der Hauptfrage: was denn dieſe angeblichen meteoriſchen Steine für einen Urſprung hätten? betreffe: ſo hätte uns ſchon die Chemie durch einen Klaproth, Vauquelin, Howard und Andere den Gehalt dieſer feſten Meteorkörper kennen gelehrt, aus welchen Stoffen ſie zuſammengeſetzt ſind. Ihren Unterſuchungen zu Folge beſtünden ſie aus Kieſelerde, Talkerde, Eiſen, Nickel und Schwefel, lauter unzerlegte Stoffe, welche auf unſerer Kugel einheimiſch ſind! Hieraus würde alſo nicht nur die Möglichkeit, ſondern auch die höchſte Wahrſcheinlichkeit hervorgehen, daß jene meteoriſchen Maſſen einen telluriſchen Urſprung hätten. Aber ihre Struktur trage ſo etwas fremdes an ſich, was bisher auf dem gewöhnlichen Wege der mineraliſchen Unterſuchungen nicht vorgekommen ſey, und gleichwohl zeige ſich eine auffallende Gleichförmigkeit in derſelben; auch kämen dieſe Körper in Gegenden vor, die von feuerſpeyenden Bergen weit entlegen ſind. Daher wolle man ſie weder für Auswürfe der Erdvulkane, noch für Niederſchläge ganz eigener ſynthetiſch-chemiſcher Operationen in unſerer Atmoſphäre, ſondern lieber für auswärtige Maſſen anſehen, die ſich in den ſternloſen Räumen des Himmels entweder urſprünglich befänden, oder von Zeit zu Zeit darin erzeugten, oder die weit und breit umher fliegende Stücke zerſprengter Feuerkugeln wären. Indeſſen getraut ſich Wrede zweyerley zu behaupten: 1. daß die Möglichkeit des terreſtriſchen Urſprungs jener feſten Meteorkörper ſich nicht abläugnen laſſe: denn wer kenne das Innere unſerer Erde

und Atmoſphäre ſo genau, daß er mit Gewißheit ſagen dürfte: es iſt unmöglich. 2. Halte er ſich überzeugt, daß Feuerkugeln mit Inbegriff der Sternſchnuppen ganz andere Materien ſind, als die aus der Luft herabgefallenen Mineralkörper, und daß dieſe letztern, wenn ſie anders wahr ſind, einen eigenen Nahmen verdienen. Anſtatt aller Beweiſe für die letzte Meinung gebe er nur das eine zu bedenken, daß, wenn jede gemeine Feuerkugel und Sternſchnuppe unter der jährlich zu vielen Tauſenden erſcheinenden Menge ein Meteorſtein wäre, unſer Erdboden von Körpern dieſer Art ſchon längſt überſäet, oder auch zerlöchert, und in den Jahrtauſenden unſerer Geſchichte unzähliger Schaden durch ſie angerichtet ſeyn müßte. Er ſey alſo gewiſſer Maßen der Meinung Bergmann's, welcher verſchiedene Arten von Feuerkugeln annahm, und er zweifele nicht, daß er dadurch am beſten vor Irrthum geſichert ſeyn werde. Er würde alſo einen Unterſchied machen zwiſchen feurigen Meteorkörpern, die in feſter, und ſolchen, die in nicht feſter Geſtalt erſcheinen. Dieſe letztern zeigten ſich unſtreitig am häufigſten, und jene ſehr ſparſam. In dieſer Hinſicht trage er denn auch kein Bedenken, der Behauptung des D. Chladni Recht zu geben, daß Feuerkugeln, ſo fern darunter nicht die gewöhnlichen, wohin auch die Sternſchnuppen gehören, ſondern die feſten aus der Luft herabgefallenen Maſſen verſtanden werden, äußerſt ſeltene Erſcheinungen ſeyen.

Was den Urſprung der nicht feſten Feuerkugeln betreffe, ſo ſey nicht zu läugnen, daß er einzig und allein in unſerer Atmoſphäre geſucht werden müſſe, weil viele dieſer Meteore ſehr niedrig erſcheinen, und nahe über der Erdoberfläche fortſchießen, oder ſich in

den

den untern Gegenden der Atmoſphäre bilden, und nach allen möglichen Richtungen in den obern Gegenden hindurchfahren. Sind die feſten Meteorkörper keine vulkaniſchen Produkte, ſo ſey es wahrſcheinlich, daß in dem chemiſchen Laboratorium unſerer Atmoſphäre zuweilen Ereigniſſe vorgehen, wodurch die der Rigidität fähigen Körper aus ihrem Zuſtande der Auflöſung in elaſtiſch-flüſſigen Mitteln ſchnell in den Zuſtand der Feſtigkeit verſetzt werden.

Fünftes Kapitel.

Entdeckungen und Beobachtungen in der Lehre vom Waſſer.

Bemerkungen über die Natur des Waſſers.

Bisher blieb die Frage noch unentſchieden, ob ſich das Waſſer wirklich in Erde verwandle. Um ſie zu entſcheiden, ſtellte Lavoiſier [z]) eine Reihe von ſehr genauen Verſuchen an, aus welchen er folgende Folgen zu ziehen ſich berechtigt glaubte:

1. Daß der größte Theil, oder vielleicht alle Erde, welche man durchs Abdampfen vom Regenwaſſer ſcheidet, von der Auflöſung der Gefäße ſelbſt herrühre, in welchen es aufgefangen oder aus welchen es abdeſtillirt wird.

2.

z) Mémoir. ſur la nature de l'eau et ſur les experiences par lesquelles on a prétendu prouver la poſſibilité de ſon changement en terre. in Mémoir. de Paris. 1770. S. 90 ſq.

2. Daß dieſes Waſſer kaum $\frac{1}{20}$ eines Grans an Kochſalz in 1 Pfunde enthält, ſo daß man es bey den meiſten chemiſchen Verrichtungen allezeit als ſehr rein anſehen kann.

3. Daß der Unterſchied der Schwere, welchen man zwiſchen dem ein einziges Mal übergetriebenen Regen- Seine- oder Quellwaſſer, und dem achtmal nach einander übergetriebenen findet, beynahe unmerklich iſt.

4. Daß das Waſſer durch wiederholtes Uebertreiben ſeine Beſchaffenheit nicht verändert und keine neue Eigenſchaft erhält, und alſo viel daran fehlt, daß es nach Stahls Meinung zu einem ſolchen Grade der Feinheit gebracht werden könnte, daß es durch die Gläſer dringen könnte.

5. Daß der Stoff des Glaſes ſelbſt im Stande iſt, vom Waſſer aufgelößt zu werden, und es hierbey, wie bey allen Salzen, einen Stand der Sättigung gibt, nach welchem die Auflöſung nicht mehr ſtatt finden kann.

6. Daß endlich die Erde, welche die Herren Boyle, Eller und Marggraf aus dem Waſſer erhalten haben, nichts anders geweſen iſt, als geſammeltes Glas; ſo daß die Verſuche, auf welchen dieſe Phyſiker fußten, weit entfernt, die Möglichkeit der Verwandlung des Waſſers in Erde zu beweiſen, vielmehr zu der Meinung führen, daß es unveränderlich ſey.

Lavoiſier's Verſuche hat de Machy a) beſtritten, und behauptet, daß der im Waſſer enthaltene Antheil

a) Obſervations ſur la converſibilité de l'eau en terre ; in dem Recueil de diſſertat. phyſ. chym. &c. à Paris 1774. 8.

theil von Säuren viel zu gering, und überhaupt nicht vermögend ſey, die Kieſelerde der Glasgefäße aufzulöſen, welche auch hierbey undurchſichtig werden müßten. Er führt einen Verſuch an, durch welchen er wirklich die Verwandlung des Waſſers in Erde zu beweiſen glaubt. Er ließ nämlich zwey Retorten, von welchen die eine mit einem Stöpſel im Bauche verſehen war, mit den Hälſen zuſammenſchmelzen, und hatte in die ungeſtöpſelte 4 Quentch. deſtillirtes Waſſer gegoſſen; hierauf legte er ſie beyde in ein Sandbad, und brachte das Waſſer zum Sieden; wenn es in die mit einem Stöpſel verſehene Retorte übergegangen war, goß er es, durch Aufhebung derſelben, in die erſte zurück, und erhitzte ſolche von neuem. Hierbey veränderte ſich nach und nach das Waſſer, es ſchien im Sieden einem ſiedenden Oele zu gleichen, ward gefärbt, erhielt bey jeder Uebertreibung eine dickere Rinde; bey der ſechszehnten ward die Arbeit durch einen Zufall unterbrochen, und das Waſſer wog nur noch 2 Quent. 46 Gran, der erdige Bodenſatz dagegen 4 Gran, welcher, nach de Machy's Meinung, vom Waſſer herrührte, weil der Glasapparat nichts von ſeinem Gewichte verloren hatte. Gegen de Machy führt wiederum Fontana [b]) an, daß dabey eine Gemeinſchaft zwiſchen der äußern Luft und dem Innern der Gefäße ſtatt gefunden habe, mithin die Luft fremde Stoffe habe herbeyführen können. Bey ſeinen Verſuchen, welche er in der Abſicht angeſtellt hatte, um die Veränderung der eingeſchloſſenen Luft zu beobachten,

b) Mémoir. ſur la converſion de l'eau en terre; in *Rozier* obſerv. ſur la phyſique. Mars 1779. T. XIII. p. 161 ſq. in den Leipzig. Sammlungen zur Phyſik und Naturgeſch. B. II. Leipz. 1782. 8. St. 1. S. 39 f.

ten, fand er folgendes: 1. ohngefähr halb mit reinem Waſſer angefüllte, zugeſchmolzene und lange im Feuer gehaltene Kölbchen nahmen merklich am Gewichte zu; 2. Sie verloren ihre Durchſichtigkeit nicht, ſie mochten aus gemeinem, oder Kryſtallglaſe beſtehen, und Waſſer oder Säure enthalten haben, 3. im Waſſer erſchien dann eine in Säuren unauflößliche und mit ihnen nicht brauſende Erde: 4. in den Säuren keine; 5. das Waſſer erhielt hierdurch einen ekelhaften Geſchmack. 6. In einigen Kölbchen von Kryſtallglas kam keine Erde zum Vorſchein, wenigſtens nicht in merklicher Menge. 7. Die in Kölbchen von gemeinem Glaſe entſtehende Erde war ſehr dunkel von Farbe und breitblätterig, da ſie hingegen in Kölbchen von Kryſtallglaſe heller und feiner ausfiel. 8. In verſchiedenen Kölbchen von gemeinem Glaſe war die mit eingeſchloſſene Luft vermindert und ein wenig phlogiſtiſirt worden; da ſie im Gegenheil in Kölbchen von Kryſtallglas von gleicher Menge und Güte, als zuvor, geblieben war. Fontana erklärt hierauf die Frage, ob ſich das Waſſer in Erde verwandeln laſſe, oder nicht? noch für unentſchieden, die Meinung, daß ein Theil des Gefäßes aufgelößt würde, für ſehr wahrſcheinlich, jedoch die Durchſichtigkeit und den Glanz der innern Fläche der gebrauchten Gefäße für einen wichtigen Einwurf, auch die gedachte Verwandlung nicht für unmöglich, aber darum noch nicht für wirklich, und ſchlägt vor, wie man entſcheidendere Verſuche anſtellen könnte, als man bisher aufzuweiſen hätte, da Lavoiſier in Anſehung der Abnahme der Retorte am Gewichte und der Unterſuchung der erhaltenen Erde noch etwas zu wünſchen übrig gelaſſen hätte.

In

In einem ſpätern Aufſatze c) beſchreibt aber Fontana einen Verſuch, da $55\frac{2}{9}$ Gran viermal abdeſtillirtes Waſſer 14 Monate in einem zugeſchmolzenen Kölbchen in immerwährender Hitze gehalten, und darauf nach Oeffnung des um einen Bruch Eines Grans ſchwerer gewordenen Kölbchens in eine angebrachte Retorte übergetrieben wurden. Fontana erhielt $52\frac{1}{10}$ Gran wieder, und glaubt, der Abgang von ohngefähr $3\frac{2}{9}$ Gran ſey bey der Uebertreibung verloren gegangen; der im Kölbchen zurückgebliebene ſehr feine Sand wog $43\frac{1}{5}$ Gran, und das Kölbchen hatte $43\frac{1}{9}$ Gran, und nach Ausſpülen mit Mineralſäure noch $\frac{2}{3}$ Gran am Gewichte verloren, war aber allenthalben durchſichtig und glänzend geblieben. Aus dieſem Verſuche ſchließt nun Fontana: 1. die Erde, welche ſich in den lange im Feuer gehaltenen verſchloſſenen Gefäßen finde, entſtehe nicht von dem Waſſer, das ſeine Beſchaffenheit verändert habe, auch nicht 2. von einer natürlich im Waſſer aufgelößt gehaltenen und durch die Wirkung des Feuers aus demſelben gefällten Erde, ſondern beſtehe 3. aus dem Stoffe des Kolbens ſelbſt; 4. das Waſſer löſe unter dieſen Umſtänden das Kryſtallglas auf; 5. die Auflöſung geſchehe, ohne daß der Kolben höckerig werde und ſeine Durchſichtigkeit verliere; vermittelſt eines länger anhaltenden Feuers möge der Kolben endlich zu einem feſten, beynahe trockenen Teige werden können. 7. Dieſe Erde ſey kieſelartig, und brauſe nicht mit Säuren. Fontana erklärt alſo die bisherigen Beweiſe für die Verwandlung des Waſſers in Erde, für unzureichend.

Ge-

c) Extrait d'une lettre de M. *Fontana* à M. *Gibelin* in *Rozier* obſ. ſur la phyſ. May 1782. T. XIX. p. 396 ſq.

Gegen Fontana's erſte Abhandlung erinnerte Waſelton[d]), daß die von den Phyſikern erhaltenen Ausſchläge verſchieden ausgefallen wären, und mit einander im Widerſpruche ſtänden; es könnte dieß auch nicht anders ſeyn, da ſie der Natur nicht genug nachgeahmt, ſtarkes Feuer angewandt, und zu kleine Gefäße genommen hätten; man ſollte lieber walzenförmige Gefäße mit rundlichem Boden wählen, und ſo geräumig, daß ſie wenigſtens 6 Pinten Waſſer faßten, ſie in verſchiedenem Maaße anfüllen, verſchiedene Glasarten und Wärme verſuchen, und eine nur mäßige, aber anhaltende und ſtets gleiche Wärme anbringen; ſo hätte er Waſſer zum Theil in Erde verwandelt, und bey der Scheidung dieſes dickern Theils zeigte ſolcher mancherley Veränderungen. In einem zweyten Schreiben[e]) führt er Verſuche an, wo eingeſchloſſenes Waſſer in anhaltender gelinder Wärme allerhand Veränderungen gezeigt und feſte Stoffe gegeben hatte.

Scheffer[f]) ließ Waſſer in einem genau verſchloſſenen und 2 Jahre in einer beſtändigen Digerirwärme erhaltenen gläſernen Pelicane auf und nieder circuliren, ohne mehr Erde zu bekommen, als die erſte, welche in kurzer Zeit zum Vorſchein kam, und ſeiner Meinung nach vom angeſammelten Staube herrührte. Bergmann, der Herausgeber ſeiner Schriften, äußerte in der Anmerkung, daß die Frage von der Ver-

d) Lettre ſur le probleme de la transmutation de l'eau en terre in *Rozier* obſ. ſur la phyſ. T. XIV. Août 1779. S. 133 f.

e) Lettre aux auteurs de journal de phyſique, ou ſuite du probleme de la transmutation de l'eau en terre. A. a. O. T. XV. Mars 1780. p. 199 ſq.

f) Scheffer, chemiſche Vorleſ. Greifsw. 1779. 8. §. 181.

Verwandlung des Waſſers noch nicht ganz beantwortet wäre, ſchien jedoch ſchon vorher an einem andern Orte[g]) Lavoiſier'n beyzuſtimmen.

Achard[h]) ließ, nach Sulzer's Vorſchlag, achtmal nach einander aus einer gläſernen Retorte im Sandbade bey einer ſehr gelinden Wärme, die nicht über 60 Grad Reaum. ſtieg, übergetriebenes Waſſer durch einen Trichter von gereinigtem Silber, deſſen Oeffnung ſo fein war, daß nur alle Minuten ein Tropfen herausging, auf eine ebenfalls aus gereinigtem Silber verfertigte Platte, welche durch eine Weingeiſtlampe beſtändig erhitzt wurde, fallen, und erhielt von drey Unzen einen Fleck von angehäufter rother Erde, vermuthet jedoch hierbey nicht ſo ſehr eine Verwandlung des Waſſers, als eine Scheidung einer mit dem Waſſer ſo genau verbundenen Erde, daß ſie durch die vorhergehenden Uebertreibungen nicht hätte getrennt werden können, und ſchlägt zur Entſcheidung Deſtillationen aus Retorten von gereinigtem Silber, in Vorlagen von eben demſelben Metall, vor.

Auch Scheele[i]) prüfte die Meinung, ob ſich Waſſer in Erde verwandle. Er nahm ½ Loth deſtillirtes Schneewaſſer, goß es in einen kleinen gläſernen Kolben, welcher wie ein Ey geſtaltet war, auch dieſelbe Größe hatte, und mit einem ſchmalen, 1 Elle langen

g) Phyſikaliſche Beſchreibung der Erdkugel. B. II. Greifsw. 1780. 8. §. 155.

h) Experience faite dans la vue de s'aſſurer ſi l'eau peut changer en terre; im Journ. litter. 1776. P. IV. p. 185 ſq. und chemiſch-phyſikaliſche Schriften. Berlin 1780. 8. S. 234 f.

i) Von der Luft und dem Feuer. Leipz. 1782. 8. Vorrede S. 10.

langen Halſe verſehen war, ließ das Waſſer darin aufkochen, und verſtopfte denſelben mit einem Korke genau; hierauf hieng er dieſen Kolben über eine brennende Lampe auf, und unterhielt das Waſſer 12 Tage und Nächte in beſtändigem Kochen: als es 2 Tage gekocht hatte, hatte es ein etwas weißlichtes Anſehen erhalten, nach 6 Tagen war das Waſſer wie Milch, und am 12ten Tage ſchien es ſchon dick zu ſeyn. Als nun alles kalt geworden war, goß er das Waſſer klar ab, welches das flüchtige Laugenſalz aus dem Salmiak entband, von der Vitriolſäure verdickt ward, die metalliſchen Auflöſungen präcipitirte und an freyer Luft gallertartig ward. Die ſehr zarte weiße Erde verhielt ſich wie Kieſel mit ſehr wenig Kalk gemiſcht, die inwendige Fläche des Kolbens war, ſo weit das kochende Waſſer geſtanden hatte, matt und ohne Glanz, und das ſiedende Waſſer hatte alſo das Glas zerlegt. Auch zwey Stunden in einem gläſernen Mörſer geriebenes abdeſtillirtes Waſſer bekam eine Milchfarbe, zeigte aber keine Spur von einem Laugenſalze, und die weiße Erde war nichts anders, als zart gepulvertes Glas. Hieraus ſchloß nun Scheele, daß das reine Waſſer weder durch die Kunſt noch durch die Natur in Erde verwandelt werden könne.

Endlich hat man dem Herrn von Dalberg [k]) über dieſen Gegenſtand wichtige Verſuche zu danken. Wenn eine ſolche Verwandlung möglich wäre, meint er, ſo würde ſie am beſten durch eine Verbindung mit fremden Theilen, beſonders mit einfachen Stoffen erfol-

k) Act. Acad. Elect. Mogunt. An. 1782-83. Carl von Dalberg neue chemiſche Verſuche, um die Aufgabe aufzulöſen, ob ſich das Waſſer in Erde verwandeln laſſe? Erfurt 1783. 4.

erfolgen können. In dieſer Abſicht wurden mehrere Verſuche angeſtellt. Es wurde Waſſer, welches in 8 Nößeln oder 128 Unzen $\frac{1}{4}$ Gran Kalkerde, $\frac{1}{2}$ Gran Bitterſalzerde, $\frac{1}{2}$ Gran Selenit und $\frac{1}{2}$ Gran Kochſalz enthielt, abdeſtillirt, von dieſem Waſſer 8 Nößel in flachen porzellanenen Geſchirren an einem reinen verſchloſſenen Orte der freyen Luft 15 Tage ausgeſetzt, wodurch 60 Unzen verdunſteten, und der Ueberreſt abgedampft, da dann 4 Gran zurückblieben, von welchen 2 Gran dem übergetriebenen Waſſer gehörten, die andern 2 Gran aber aus der Luft eingeſogenes Brennbares waren, das im Feuer verbrannte. Da alſo hier die Luft keine Erde zu erzeugen im Stande geweſen war, ſo ließ auch zweymal abdeſtillirtes Waſſer, welches in einem zugelötheten Gefäße von Eiſenblech 14 Tage über einer Lampe geſotten hatte, beym Verdunſten auf einer porzellanenen Schale keine Spur von Erde zurück, wie auch in dem Gefäße nur ein geringer Beſchlag ſichtbar war, aus welchem durch langes Kochen mit Waſſer etwas Zinn und Eiſen aufgelößt ward. Erden geglüht, dann gewogen, mit Waſſer angefeuchtet, nach einiger Zeit wieder geglüht und gewogen, hatten nicht den geringſten Zuſatz gewieſen. Endlich ließen 50000 Tropfen Waſſer durch Verdunſten auf zwey abwechſelnd unter einer Muffel geglühten Platten vom feinſten Silber nur 2$\frac{1}{2}$ Gran Erde zurück, welche bis auf $\frac{5}{8}$ Gran einer röthlichen Erde, die durch das anſpritzende kalte Waſſer von der Muffel abgeglätteter Thon zu ſeyn ſchien, aus denjenigen Beſtandtheilen beſtand, welche das nicht übergetriebene Waſſer enthielt; daß folglich auch hier, wie bey den vorigen Verſuchen, keine Verwandlung des Waſſers in Erde wahrgenommen ward.

Was

6 Was den andern Hauptgrund, nämlich das gedeihliche Fortkommen der Pflanzen im Waſſer, betrifft, wodurch man die Verwandlung des Waſſers in Erde hat beweiſen wollen, ſo bemerkt ſchon Lavoiſier ganz richtig, daß das Waſſer, als allgemeines Auflöſungsmittel aller in der Natur befindlichen flüchtigen Stoffe, allein nicht hinreichend iſt, die Pflanzen zu nähren, und ihre feſten Theile zu bilden. Nach der Zeit haben Mehrere, und beſonders Haſſenfratz, Verſuche mit Pflanzen im Waſſer angeſtellt, und letzterer hat unläugbar gefunden, daß die Pflanzen in reinem Waſſer zwar am Gewichte und Umfange zunehmen, aber nicht zur Vollkommenheit und Reife kommen. Waſſer allein iſt alſo nicht hinreichend zum Wachsthume der Pflanzen; die neuern vielfältigen Erfahrungen haben gelehrt, daß der vorzüglichſte Beſtandtheil der Pflanzen der Kohlenſtoff ſey, welchen das Waſſer nicht hergeben kann.

Bisher war es noch zweifelhaft, ob ſich das Waſſer zuſammendrucken laſſe. Einige Verſuche über das Zuſammendrucken des Waſſers und Queckſilbers hat der P. von Herbert [l]) angeſtellt, und der Herr von Servieres glaubte im Jahre 1777 gefunden zu haben, daß ein Queckſilberthermometer horizontalliegend höher ſtehe, als in vertikaler Stellung, in welcher letztern die Säule durch ihr eigenes Gewicht zuſammengedrückt und verkürzt werde.

Der Abt Fontana [m]) glaubte ſchließen zu dürfen, daß, wenn das Waſſer wirklich compreſſibel iſt, das

l) Diſſ. de aquae aliorumque nonnullorum fluidorum elaſticitate. Vienn. 1774. 8.

m) *Rozier* obſ. ſur la phyſique und im Journal des ſavans 1777. Jul.

das untere in einem Gefäße durch den bloßen Druck des obern in einem mehr zuſammengedruckten Zuſtande seyn müſſe, als das obere. Um nun aber die Compreſſibilität des Waſſers durch einen Verſuch zu erweiſen, beſchreibt er eine Compreſſionsmaſchine. Allein man findet nirgends, daß er damit einen Verſuch angeſtellt hätte.

Endlich aber haben die Herren Abich und Zimmermann[n]) die Zuſammendrückung des Waſſers durch unmittelbare Verſuche mit Druckmaſchinen vollkommen beſtätigt. Der Herr Oberſalzinſpektor Abich kam nämlich auf den Gedanken, ob wohl vermöge des Kolbens in den Feuerſpritzen eine Compreſſion des Waſſers vorgehe. Um dieß näher unterſuchen zu können, dachte er auf ein eigenes Inſtrument, womit ſich die Compreſſibilität des Waſſers unterſuchen ließe. Nach einem fruchtloſen Verſuche erfand er endlich zu dieſer Abſicht eine ſehr einfache Maſchine, welche aus einem hohlen meſſingenen Cylinder mit einem genau darin paſſenden Stempel beſteht. Die Dicke des Meſſings muß aber um vieles beträchtlicher ſeyn, als bey den Kugeln der ältern unvollkommenern Verſuche. Sie beträgt 1 Zoll $2\frac{1}{2}$ Linie nach Braunſchweig. Duodecimalmaaße, und eben ſo groß iſt auch der Durchmeſſer der innern Höhlung. Dieſe Höhlung iſt aber im obern Theile, worin der Stempel hin und wieder ſpielt, enge, und beſitzt nur $9\frac{1}{6}$ Linien im Durchmeſſer. Der Stempel ſelbſt, auf den hier alles ankommt, iſt von Eiſen, und es liegen um ihn 11 in Talg gekochte ſtark geſchlagene Leder herum, welche mit zwey eiſernen Schrauben zuſammengeſchraubt ſind. Dadurch ſchließt der Stempel ſo genau an, daß man bey leerer

n) Ueber die Elaſticität des Waſſers. Leipz. 1779. 8.

leerer Maſchine 80 Pfund anwenden muß, ihn niederzudrücken. Bey jedem Anfüllen des Stiefels mit einer flüſſigen Materie muß die Maſchine umgekehrt, und das Flüſſige von unten eingefüllt werden, worauf der Boden durch einen koniſchen mit in Talg gekochtem Leder umlegten Zapfen verſchloſſen wird, auf welchem eine eiſerne Platte paßt, welche man mit einer feſten Schraube anſchraubt. Der Stempel läßt ſich durch eine Schraube mit einer Kurbel hineinpreſſen; um aber die druckende Kraft genau beſtimmen zu können, hat ſich Zimmermann bey den Verſuchen ſelbſt eines Zapfens bedient, auf welchen ein eiſerner Hebel, der am Ende mit Gewichten beſchwert war, drücken konnte.

Die Verſuche, welche Abich und Zimmermann mittelſt dieſer Maſchine in den Jahren 1777 bis 1779 gemacht haben, laſſen gar keinen Zweifel zurück, daß ſich die flüſſigen Materien durch hinreichende Kraft merklich zuſammendrucken laſſen, und ſich nach der Wegnahme des Drucks wieder in den vorigen Raum ausbreiten. Zimmermann findet die Zuſammendrückung von 26$\frac{3}{4}$ Cubikzoll:

	durch den Druck von 745,181 Pfund		durch den Druck von 2509,591 Pf.
Brunnenwaſſer -	$\frac{1}{148,66}$	-	$\frac{1}{35,667}$
geſättigtes Salzwaſſer	$\frac{1}{100,45}$	-	$\frac{1}{33,909}$
Milch - - - -	$\frac{1}{215,21}$	-	$\frac{1}{38,695}$
Branntwein -	$\frac{1}{224,76}$	-	$\frac{1}{45,664}$

Dieſen Angaben zu Folge ſcheint ſich der Brannt-wein weniger zuſammendrücken zu laſſen, als das Waſſer, da hingegen Canton (B. V. S. 275.) die Zuſammendrückung des Weingeiſtes ſtärker, als die des Waſſers angiebt. Der Druck der Atmo-ſphäre auf den Stempel betrug nicht mehr als 8 Pfund, und war folglich 93mal geringer als der Druck von 745 Pfund, wenn man annehmen dürfte, daß ſich die Zuſammendrückung wie das aufliegende Gewicht ver-halte. Es würde aus dieſen Verſuchen folgen, daß der Druck der Atmoſphäre das Brunnenwaſſer um $\frac{1}{93 \cdot 142,66} = 0,000075$ des Volumens compri-mirte. Ueberhaupt lehren dieſe Verſuche, daß die Verhältniſſe der Zuſammendrückungen und der Ge-wichte beträchtlich verſchieden ſind.

Zuletzt bemerkt Zimmermann, daß, wenn es möglich wäre, den Druck des Waſſers in einer großen Tiefe auf eine Grundfläche von beſtimmter Größe durch wirkliche Beobachtung zu finden, wozu er Mittel vor-ſchlägt, ſich daraus die Höhe berechnen laſſen würde, welche das Waſſer bey durchaus gleicher Dichtigkeit haben müßte. Wenn man hiermit die durchs Senk-bley beobachtete Höhe vergliche, ſo ließe ſich finden, ob ſich das Seewaſſer wirklich zuſammendrücken ließe.

Eine der wichtigſten Entdeckungen dieſes Zeit-raums iſt die der Zerſetzung des Waſſers in Sauerſtoff und Waſſerſtoff, ob man ihr gleich viele Gründe entgegengeſetzt hat, und ſelbſt in den neueſten Zeiten es wiederum zweifelhaft geworden iſt, ob wirklich das Waſſer aus beyden genannten Stoffen zuſammengeſetzt, oder ob es nicht vielmehr, wie die Alten glaubten, ein

elementariſcher Stoff ſey. Der Gang dieſer Unterſuchung iſt ſehr lehrreich, und verdient daher eine genaue Erzählung.

Wilkins o) machte darauf aufmerkſam, daß ſchon Boerhaave eine Erſcheinung wahrgenommen habe, welche auf die Zuſammenſetzung des Waſſers hinwieß. Er verbrannte nämlich in einem verſchloſſenen Gefäße eine Quantität Alkohol, und das vorzüglich daher entſtandene Produkt war Waſſer. Er ſagt p): apparet hinc, materiam hanc, omnium maxime inflammabilem, dum ab igne in flammam vertitur, dum ergo ignem vere alit, videri mutari in aliam materiam, quae, poſt hanc mutationem, ipſum ignem nutriri nequit amplius, ſed in aquam quantam abit, quantum nobis judicare licet. An haec aqua in Alkohole prius haeſerit, nulla, niſi hac arte, ſeparabilis? An vis ignis comburens Alkohol in aquam puram vera commutatione converterit? An aër, inter ardendum, hanc aquam ſuppeditaverit? Alia dein exempla docebunt, a prudentibus inſtituenda. Boerhaave hielt es für ſehr wichtig, die Urſache dieſer Erſcheinung zu ergründen. Selbſt Geoffroy hat dieſen Verſuch ſchon gekannt q).

Macquer r) bemerkte zuerſt, daß bey dem Verbrennen des brennbaren Gas Waſſer entſtehe. Er ſagt: "ich habe mich dadurch, daß ich eine weiße porzellanene Schale an die Flamme des entzündlichen Gas,

o) Gren's Journal der Phyſik. B. V. S. 19 f.

p) Element. chemiae. T. I. p. 320.

q) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. 1718.

r) Chemiſches Wörterbuch durch Leonhardi. Th. II. Leipz. 1781. Art. Gas, entzündbares. S. 468.

Gas, welches an der Mündung der Flaſche ruhig brennt, gehalten habe, überzeugt, daß dieſe Flamme von keinem rußigen Rauche begleitet ſey. Denn der Ort der Schale, den die Flamme traf, blieb vollkommen weiß". Er fand ſie bloß mit ziemlich merklichen Tröpſchen, nach Art des Waſſers, weißer Feuchtigkeit, welche wirklich nichts anders als Waſſer zu ſeyn ſchienen, benetzt. Macquer kannte aber die Wichtigkeit dieſer Erſcheinung nicht.

Warltire bemerkt in einem Schreiben an D. Prieſtley [s]), daß er ſchon ſeit langer Zeit die Meinung gehabt habe, man könne vielleicht vermittelſt des Abbrennens des mit gemeiner Luft vermiſchten entzündbaren Gas, und durch Hülfe eines ſehr genauen Abwägens beſtimmen, ob die Hitze eine Schwere beſitze, oder nicht? Er machte wirklich dieſen Verſuch in gläſernen Gefäßen, und nahm dabey wahr, daß die Wände der Gefäße überall mit Waſſer überzogen waren; glaubte aber in dieſer Erſcheinung nichts weiter zu bemerken, als daß die gemeine Luft das in ihr aufgelößte Waſſer durch die Phlogiſtiſation abſetze.

Dieſe Bemerkung des Herrn Warltire gab dem Herrn Cavendiſh im Jahre 1781 die Veranlaſſung, mehrere Verſuche dieſer Art anzuſtellen [t]). Er fand, daß eine Miſchung von brennbarer und dephlogiſtiſirter Luft in gehörigem Verhältniſſe, durch den elektriſchen Funken entzündet, ſich gänzlich in Waſſer verwandle. Hierbey bemerkte er, daß bey dem

s) Verſuche und Beobachtungen über verſchiedene Gattungen der Luft. B. V. S. 329 f.

t) Philoſoph. Tranſact. Vol. LXXIV.

dem Verbrennen dieſer beyden Gasarten, außer dem Waſſer, auch immer noch zugleich etwas Salpeterſäure entſtehe, daß die Menge dieſer Salpeterſäure verſchieden ſey, und daß dieſelbe vorzüglich von zwey Umſtänden abhange: 1. von dem Verhältniſſe der brennbareu Luft, welche verbrannt wird. Iſt die Menge dieſer Luft geringe, ſo daß noch viel unverbranntes Sauerſtoffgas zurückbleibt, ſo entſteht ziemlich viel Salpeterſäure. 2. Von dem Verhältniſſe des Stickgas, welches mit dem Sauerſtoffgas gemiſcht iſt.

Aehnliche Verſuche mit Cavendiſh hatte auch Watt angeſtellt, und ebenfalls gefunden, daß das Waſſer aus brennbarer Luft und reiner Luft zuſammengeſetzt ſey, welche man ihrer latenten Wärme beraubt habe; er ſchloß hieraus, daß die reine Luft ſelbſt nichts weiter ſey, als ein ſeines Phlogiſtons beraubtes und mit Elementarfeuer und Licht verbundenes Waſſer. Dieſe ſeine Theorie unterſtützte er durch die Bemerkung, daß diejenigen Stoffe, aus welchen man reine Luſt erhalte, z. B. Salpeter, Alaun, Metallkalke, eine ſehr große Verwandtſchaft mit dem Phlogiſton hätten, mithin ſelbiges bey der Erzeugung der Luft an ſich behielten. Dieſe Theorie wurde aber von verſchiedenen Mitgliedern der königl. Societät zu London noch für zu gewagt erklärt, wodurch die Bekanntmachung dieſer Entdeckung verzögert wurde.

Als endlich im Junius 1784 Cavendiſh ſeine Entdeckung über die Zuſammenſetzung des Waſſers der königl. Societät zu London einſchickte, und beyde, Cavendiſh und Watt, einerley Reſultate in Anſehung der Erzeugung des Waſſers aus den beyden Luftarten, dem brennbaren und dephlogiſtiſirten Gas, erhalten hatten, ſo wurde zugleich Watt's Brief in

der

der Societät mit verleſen, und in den Philoſ. Tranſ. von dieſem Jahre abgedruckt. Die Theorie des Hrn. Watt unterſchied ſich von der Theorie des Hrn. Cavendiſh nur in Abſicht der Wärme; da erſterer dieſe als die Wirkung einer beſondern Subſtanz anſah, die zu Verwandtſchaften fähig wäre, und dadurch in die Zuſammenſetzung der Luftarten eingehe, anſtatt daß letzterer ſie nur als einen gewiſſen Zuſtand der merkbaren Subſtanzen betrachtete.

Indeſſen war noch vor der Bekanntmachung dieſer Entdeckung D. Blagden, Cavendiſh's Freund, im Juni 1783 nach Paris gereiſt, und hatte die daſigen Phyſiker Nachricht davon ertheilt, wodurch die merkwürdigen Verſuche der Hrn. Lavoiſier, la Place, Meusnier und Monge[u]) veranlaßt wurden.

Der erſte, welcher dieſe Verſuche wiederholte, war Monge in Meziers. Er erhielt nach dem Verbrennen Waſſer, das etwas ſäuerlich war. Am 24ten Jun. 1783 machten auch die Herren Lavoiſier und la Place in Gegenwart der Herren le Roi, de Vandermonde, verſchiedener Akademiſten und Hrn. Blagden einen Verſuch. Sie ließen nämlich die beyden genannten Luftarten im gehörigen Verhältniſſe in einer Glocke verbrennen, welche in den erſten Augenblicken dunkel wurde und ſich mit Dämpfen erfüllte; bald darauf aber ſammelten ſich Tröpfchen an, und träufelten von allen Seiten her auf Queckſilber herab,

u) Mémoir. où l'on prouve, que l'eau n'eſt pas une ſubſtance ſimple; in den Mémoir. de l'Acad. 1781. welche erſt 1784. herauskamen.

herab, ſo daß ſich die Oberfläche deſſelben binnen 15-20 Minuten bedeckt fand. An dieſem Waſſer konnte man durch alle bekannte Reagentien nicht die geringſte Beymiſchung entdecken, und es ſchien ſo rein, als deſtillirtes Waſſer. Nachher machten die Herren Lavoiſier und Meusnier in Gegenwart der Commiſſarien der Akademie einen andern Verſuch. Die reine Luft, welche man hierzu gebrauchte, wog 5 Unzen 5 Quentchen 12 Gran. Sie ließ in einer mit trockenem Laugenſalze angefüllten Röhre, durch welche ſie durchgehen mußte, ehe ſie in den Kolben kam, worin das Verbrennen geſchah, 35 Gran Waſſer zurück, welches ſie enthalten hatte. Die brennbare Luft wog 6 Quentchen 30 Gran; in dem trockenen Laugenſalze ließ ſie 44 Gran Feuchtigkeit zurück. Folglich wurden verbrannt

	5 Unzen	4 Quentch.	94 Gran	Sauerſtoffluft
mit	0 -	5 -	48 -	brennbarer Luft
	6 Unzen	2 Quentch.	35 Gran.	

Nach dem Verbrennen blieb übrig 6 Quentch. 24 Gran gemiſchtes Gas. Mithin ſind verbrannt worden 5 Unzen 4 Quentch. 11 Gran Gas. Das erhaltene Waſſer wog 5 Unzen 4 Quentch. 41 Gran, folglich 30 Gran mehr, als die verbrannten Luftarten. Das erhaltene Waſſer war ſäuerlich, und jede Unze deſſelben enthielt 5 Gran Salpeterſäure.

Ein fernerer Verſuch wurde von dem Mechanikus Fortin in Gegenwart des Herrn Lefevre angeſtellt. Man verbrannte 254 Quentch. 10 Gran Sauerſtoffgas mit 66 Quentch. 4 Gran brennbarer Luft, und erhielt 279 Quentch. und 27 Gran Waſſer. Das unverbrannte elaſtiſche Reſiduum wog 30 Quentchen 23 Gran. Das Waſſer war ebenfalls mit Salpeterſäure gemiſcht.

Da

Da aber die Antiphlogiſtiker und beſonders D. Prieſtley behaupteten, daß dieſe Salpeterſäure aus der Verbindung des Sauerſtoffs mit dem Waſſerſtoffe entſtanden ſey, ſo wurde zur Widerlegung dieſes Einwurfs ein neuer Verſuch von den Herren Fourcroy, Seguin, Vauquelin und Arejula angeſtellt. Um das Sauerſtoffgas rein zu erhalten, bereiteten ſie daſſelbe aus der überſauren kochſalzſauren Potaſche. Hundert Cubikzoll dieſes Sauerſtoffgas enthielten nur 3 Cubikzoll Stickſtoffgas. Die brennbare Luft erhielten ſie durch eine Auflöſung des Zinks in verdünnter Schwefelſäure. Das Verbrennen geſchah mit der größten Vorſicht und ſehr langſam. Man verbrannte 25582 Cubikzoll brennbare Luft und 12457 Cubikzoll Sauerſtoffgas. Die verbrauchte brennbare Luft wog 1039,358 Gran, die reine Luft 6209,869 Gran. Beyde verbrannte Gasarten wogen alſo 12 Unzen 4 Quentch. 49 Gran. Das nach geendigtem Verſuche erhaltene Waſſer wog 12 Unzen 4 Quentch. 45 Gran; es war ganz rein und von aller Säure frey. Sein ſpecifiſches Gewicht war dem ſpecifiſchen Gewichte des deſtillirten Waſſers vollkommen gleich.

Auch Girtanner machte zu Paris in Gegenwart des jüngern Herrn von Jacquin mit einer auf Koſten des Kaiſers unter Aufſicht des Herrn von Jacquin verfertigten und für die Univerſität von Wien beſtimmten Maſchine dieſe Verſuche. Hier ward ebenfalls ganz reines Waſſer ohne alle Beymiſchung von Säure erhalten.

Die Apparate, welche bey ſolchen Verſuchen nöthig ſind, hat man Gazometer genannt. Lavoiſier ſetzte einen ſolchen zuerſt zuſammen, und gebrauchte ihn zu verſchiedenen Verſuchen mit Gasarten, beſon-

ders aber zu beſtimmten Abmeſſungen des Volumens derſelben, deßwegen er auch den angeführten Namen erhielt. Den Lavoiſier'ſchen Apparat hat Herr van Marum x) einfacher und bequemer eingerichtet, und es war demſelben ebenfalls gelungen, mittelſt deſſelben durch die Verbrennung der beyden Luftarten Waſſer zu erhalten, welches von aller Säure frey war, und beynahe keinen Geſchmack hatte. Dieſer Verſuch kann zwar nicht weiter getrieben werden, als bis der ganze Inhalt des Gazometers, welcher das brennbare Gas enhält, verzehrt iſt; allein es ſind auch ſchon 1800 Cubikzoll, welche den körperlichen Inhalt dieſes Gazometers ausmachen, hinreichend, um dieſen Verſuch von der Waſſererzeugung auf eine genugthuende Art anzuſtellen.

Eine andere Einrichtung des Gazometers hat Herr von Hauch beſchrieben y), worin er mehrmals gegen 1600 Cubikzoll dephlogiſtiſirte und 3000 Cubikzoll brennbare Luft, einige Mal gegen 3000 dephlogiſtiſirte und gegen 5000 brennbare Luft verbrannt hat. Durch ſolche Verbrennungen hat er das Waſſer nie ganz rein erhalten können; die mehrſten Male fand er Salpeterſäure, bisweilen auch Salzſäure und Vitriolſäure darin, immer deſto mehr Säure, je ſchneller die Verbrennung vor ſich gegangen war. Er vermuthet, daß die ſo allgemein entſtandene Säure von Um-

x) Deſcription de quelques appareils chimiques nouveaux et perfectionnés de la fondation Teylerienne et des expériences faites avec ces appareils par *Mart. van Marum*. à Haarlem 1798. 4.

y) Beſchreibung eines Gazometers und einiger damit angeſtellten Verſuche, aus dem Däniſch. überſ. in Gren's neuem Journal der Phyſik. B. II. S. 1 f.

Umſtänden herrühre, welche bisher von den Beobachtern nicht mit gehöriger Aufmerkſamkeit wären wahrgenommen worden. Denn daß allein die Unreinigkeiten der gebrauchten Luftarten die Urſache davon ſey, ſcheint ihm unwahrſcheinlich, weil ſonſt die Säure immer einerley ſeyn müßte, indem der Stickſtoff durch Verbindung mit andern Grundſtoffen zwar andere Körper, aber nie andere Säuren als Salpeterſäure erzeuge.

Schon Prieſtley, welcher durch verſchiedene Verſuche anzunehmen ſich berechtigt glaubte, daß das Waſſer keineswegs aus dieſen beyden Luftarten zuſammengeſetzt ſey, ſondern daß es vielmehr mit den Luftarten ſich verbinden und ihre Geſtalt annehmen könnte, glaubte bey neuern Unterſuchungen über dieſen Gegenſtand gefunden zu haben, daß die Säure beym Verbrennen beyder Gasarten nur alsdann zum Vorſchein komme, wenn ein Ueberſchuß an dephlogiſtiſirter Luft zugegen ſey; daß im Gegentheil das Produkt nur Waſſer ſey, wenn ein Ueberſchuß an brennbarem Gas ſtatt finde[z]). Dieſe Erſcheinungen erklären dagegen die Antiphlogiſtiker durch den Stickſtoff, der ſich beſtändig in der reinen Luft mit befinde; dieſer erzeuge nämlich mit dem Ueberſchuſſe des Sauerſtoffs Salpeterſäure; ſey aber brennbare Luft genug vorhanden, ſo bleibe der Stickſtoff als Stickgas unverändert zurück. Indeſſen ſchien Prieſtley wahrgenommen zu haben, daß die Menge der Säure, wenn dergleichen entſtanden, immer größer war, als die phlogiſtiſche Luft hätte geben können. Hieraus folgert er nun, daß man

z) Philoſoph. Transact. Vol. LXXXI. p. 213. überſ. in Gren's Journal der Phyſ. B. VI. S. 420.

man die Grundlage der Säure nicht in der Stickluft, ſondern in der reinen und brennbaren Luft ſuchen müſſe, und dadurch ward er in ſeiner vorgefaßten Meinung beſtärkt, daß das Waſſer wirklich ſchon in den Luftarten geweſen ſey.

Gegen den Einwurf, daß das Waſſer nicht durch Vereinigung des Sauerſtoffs mit dem Waſſerſtoffe entſtehe, ſondern ſchon vorher in den Gasarten enthalten ſey, und bloß durchs Verbrennen abgeſondert werde, antworten die Antiphlogiſtiker auf folgende Art: das aus der Verbrennung der beyden Gasarten erhaltene Waſſer betrage genau ſo viel am Gewichte, als das Gewicht beyder Gasarten vor dem Verbrennen betrug. Wenn daher das erhaltene Waſſer ſchon in den Gasarten enthalten geweſen wäre, ſo müßten Gas und Waſſer einerley ſeyn. Aber dieß ſtreite gegen alle Erfahrung; denn zwey Körper, welche ganz verſchiedene Eigenſchaften beſäßen, könnten unmöglich einerley ſeyn.

Außerdem gäbe es auch einen Verſuch, welcher dieſen Einwurf völlig widerlege. Man fülle nämlich eine mit Queckſilber angefüllte und auf Queckſilber ſtehende Glocke mit brennbarem Gas, bringe einen metalliſchen Kalk unter dieſelbe, und laſſe nachher den Brennpunkt eines Brennglaſes auf dieſen Kalk fallen, ſo wird der Kalk reducirt, ſein Gewicht nimmt ab; der Waſſerſtoff vereinigt ſich mit dem Sauerſtoffe, der während der Reduktion aus dem Kalke ſich entwickelt; es entſteht eine beträchtliche Menge Waſſer, und die Glocke füllt ſich mit Queckſilber an, zum Beweiſe, daß das brennbare Gas abſorbirt worden iſt. Das Gewicht des erhaltenen Waſſers beträgt weit mehr, als

das Gewicht des brennbaren Gas betrug: daher könne es nicht vorher in demſelben geweſen ſeyn.

Hr. de Lüc, welcher anfänglich die Waſſererzeugung aus dem Verbrennen der beyden Gasarten den erſten Strahl der Morgenröthe in der Meteorologie nennt, und ſelbige zur Erklärung des Regens gebraucht, hat jedoch nachher verſchiedene Einwürfe gegen die Beweiſe der Antiphlogiſtiker über die Entſtehung des Waſſers gemacht [a]). Er bemerkt, daß man unmöglich die Erzeugung des Waſſers durch Verbrennen der beyden Luftarten als einen Beweis gegen die Behauptung anführen könne, daß ſchon vor dem Verbrennen Waſſer in den Luftarten enthalten und bloß in jeder mit einer andern die beſondere Natur des Gas beſtimmenden Subſtanz verbunden ſey, ohne auch zugleich ſtillſchweigend anzunehmen, daß dieſe Entſtehung nicht anders, als durch Zuſammenſetzung möglich ſey. Dieß ohne allen Beweis anzunehmen, ſey eine wahre petitio principii. Es ſollten die Antiphlogiſtiker entweder a priori erweiſen, daß man durch Abſonderung der Luftarten kein Waſſer erhalten könne, oder durch Verſuche darthun, daß in ihnen keines vorhanden ſey.

Was die Verſuche über die Zerlegung des Waſſers ſelbſt betrifft, ſo haben ſich vorzüglich die franzöſiſchen Phyſiker und Chemiker zuerſt damit beſchäftigt, und Lavoiſier insbeſondere fand dieſen Satz für ſein Syſtem ſo äußerſt wichtig, daß er ihn nicht allein aus der Syntheſis zu folgern, ſondern auch durch die Analyſe

a) Erſter Brief an de la Metherie über die Natur des Waſſers, aus dem Journal de phyſique. Fevr. 1790. überſetzt in Gren's Journal der Phyſik. B. II. S. 254.

lyſe zu beſtätigen ſuchte. Die erſtern Verſuche waren aber noch ſehr unvollkommen [b]). Er brachte in ein mit Queckſilber gefülltes und in Queckſilber umgeſtürztes gläſernes Gefäß etwas Waſſer mit ſehr reiner unverroſteter Stahlfeile. Nach den erſten 24 Stunden fing das Eiſen zu roſten an, und es entwickelte ſich zugleich etwas brennbare Luft. Das Gewicht des Eiſens fand er nach gehöriger Trocknung um etwas vermehrt. Daraus ſchloß er, daß das Waſſer in zwey Beſtandtheile wäre zerlegt worden; der Sauerſtoff habe nämlich das Eiſen verkalkt, und der Waſſerſtoff die Geſtalt der brennbaren Luft angenommen.

Nicht lange hernach aber ſtellten Lavoiſier und la Place genauere Verſuche an, aus welchen ſie die Zerlegung des Waſſers in Sauerſtoff und Waſſerſtoff mit Gewißheit zu ſchließen ſich berechtigt hielten. Man ließ zuerſt eine Glasröhre in einer etwas geneigten Lage durch einen Ofen gehen, machte ſie glühend, leitete von oben herein eine beſtimmte Menge Waſſerdämpfe, fieng dasjenige, was aus dem untern Ende der Glasröhre herausging, in eine ſpiralförmig gewundene gläſerne Röhre auf, und leitete es durch dieſelbe in eine Flaſche, welche durch eine andere Röhre mit dem chemiſch-pnevmatiſchen Apparate verbunden war. Wenn nun die Glasröhre bloß glühend gemacht ward, ſo kühlten ſich die durch ſelbige gegangenen Dämpfe des Waſſers in der ſpiralförmigen Röhre ab, und verdichteten ſich wieder zu Waſſer, was in die Flaſche hineintröpfelte. Zuletzt fand man alles Waſſer wieder, ohne daß ſich irgend eine Luftart entwickelt

b) Journal de phyſ. Dec. 1783. und im Gothaiſch. Magazin. B. II. St. 4. S. 91. 92.

wickelt hatte, mithin war dieſe Operation eine bloße Deſtillation des Waſſers.

Brachte man hingegen in die ſchiefliegende Glasröhre 28 Gran gröblich zerſtoßene und wohl ausgeglühete Kohle, und operirte eben ſo wie vorher, ſo waren am Ende alle Kohlen verſchwunden, auch fand man nicht alles übergetriebene Waſſer in der Flaſche wieder, ſondern es fehlten davon 85,7 Gran; es war nämlich eine Menge Gas entſtanden, das ſich im chemiſch-pnevmatiſchen Apparate geſammelt hatte, und aus 100 Gran Luftſäure und 13,2 Gran einer ſehr leichten brennbaren Luft beſtand, mithin gerade ſo viel wog, als das verloren gegangene Waſſer und die Kohle zuſammen (85,7 + 28 = 113,7). Hieraus ſchloß Lavoiſier, daß die 85,7 Gran Waſſer durch dieſen Prozeß zerſetzt worden wären, und daß es zuvor aus 72 Gran Sauerſtoff und 137 Gran Waſſerſtoff beſtanden habe. Nach ſeiner Erklärung haben ſich die 28 Gran Kohle mit den 72 Gran Sauerſtoff zu 100 Gran Luftſäure verbunden.

Brachte er ſtatt der Kohle in die Glasröhre 274 Gran kleine, ſpiralförmig gewundene Bleche von ſehr weichem Eiſen, ſo fand er am Ende der Operation dieſes Eiſen verkalkt, mit einer Gewichtszunahme von 85 Gran. Das Waſſer hatte einen Verluſt von 100 Gran erlitten. Jetzt fand ſich im chemiſch-pnevmatiſchen Apparate ein ſehr leichtes brennbares Gas, das nur 15 Gran wog. Daraus zog er abermals den Schluß, das die 100 Gran verloren gegangenes Waſſer zerſetzt worden wären, und zuvor aus 85 Gran Sauerſtoff und 15 Gran Waſſerſtoff beſtanden hätten.

Dieſen Verſuchen und den daraus gezogenen Schlüſſen zu Folge betrachtete man das Waſſer als eine

eine zuſammengeſetzte Subſtanz, deren einer Beſtandtheil das Oxygen und der andere das Hydrogen iſt. Von dieſem letztern behauptet Lavoiſier, daß er für ſich allein bey dem Drucke der Luft und den Temperaturen, worin wir leben, nie anders als im Zuſtande eines Gas erſcheinen könne.

Dieſe Behauptung von der Zuſammenſetzung des Waſſers aus beyden genannten Stoffen ſuchte man auch durch die Syntheſis zu beſtätigen. Man kittete nämlich auf einen gläſernen, etwa 10 Pinten Waſſer haltenden Ballon eine Kupferplatte auf, durch welche 4 Röhren gingen. Die erſte Röhre war mit der Luftpumpe verbunden, um den Ballon luftleer zu machen, die andere Röhre ging in ein Behältniß mit reiner, und die dritte in eines mit brennbarer Luft. Dieſe drey Röhren ſind mit Hähnen verſehen; die vierte Röhre iſt von Glas, und enthält einen Metalldrath mit einem kleinen Knopfe, um daraus gegen die Oeffnung der metallenen Röhre, aus welcher die brennbare Luft ausgeht, innerhalb des Ballons einen elektriſchen Funken ſchlagen zu laſſen. Die Luftarten, welche in dieſen Ballon geleitet wurden, gingen durch ſalzſauren Kalk, damit ſie ſo viel als möglich trocken waren. Nun befeſtigte man die erſte Röhre an die Luftpumpe, leerte den Ballon von Luft aus, und leitete durch die andern Röhren vermittelſt der Hähne reine und brennbare Luft hinein, doch allemal von der erſtern mehr, als von der andern. Wenn nun das Gemiſch von dem elektriſchen Funken entzündet ward, ſo ſetzte ſich an der innern Fläche des Ballons Waſſer ab, welches ſich endlich in große Tropfen vereinigte und auf dem Boden ſammelte. Durch Abwägung des Ballons vor und nach der Operation wurde das Gewicht des

Waſ-

Waſſers beſtimmt. Nach Lavoiſier's und Meusnier's Verſicherung haben ſie aus 85 Theilen Oxygen und 15 Theilen Hydrogen 100 Theile Waſſer, dem Gewichte nach, erhalten. Hieraus glaubte man nun mit Gewißheit ſchließen zu können, daß das Waſſer aus Oxygen und Hydrogen zuſammengeſetzt ſey. Uebrigens beſaßen dieſe Stoffe abgeſondert von einander eine ſolche große Verwandtſchaft gegen den Wärmeſtoff, daß ſie nie anders, als unter der Geſtalt von Gasarten erſcheinen konnten.

Der erſte, welcher dieſen Verſuchen widerſprach, war de la Metherie. Er läugnete die Zerſetzung des Waſſers durch das Eiſen, weil man nach ſeinen Verſuchen keine brennbare Luft erhalte, wenn man Waſſer über Eiſenfeile hinweggehen laſſe. Noch wichtigere Einwürfe ſetzten dieſen Verſuchen Prieſtley, Fontana, Klaproth, Weſtrumb, Achard u. And. entgegen, unter welchen der vorzüglichſte dieſer iſt, daß die Zerlegung des Waſſers von den Antiphlogiſtikern nicht durch das Faktum ſelbſt, ſondern erſt durch die angenommene Erklärung erwieſen werde.

Da die Verſuche ſelbſt von einigen Naturforſchern bezweifelt wurden, ſo ſuchte man ſie durch öffentliche Veranſtaltungen zu beſtätigen. Das merkwürdigſte Experiment dieſer Art iſt nach Girtanners Erzählung folgendes: Man füllte einen vom Schaft genommenen Flintenlauf mit dickem Eiſendrathe an, welcher vorher unter dem Hammer war breit geſchlagen worden; hierauf wurde der Flintenlauf mit dem darin enthaltenen Eiſendrathe auf das genaueſte und ſorgfältigſte gewogen, dann mit einem Kitte überzogen, und in einer ſchiefen Lage in einen Ofen gelegt. Die obere Oeffnung des Flintenlaufs wurde hierauf mit einem

großen

großen Trichter verbunden, der voll Waſſer war, aber unten das Waſſer nur tropfenweiſe durch eine ſehr enge Oeffnung mit einem Hahne durchließ. Der Trichter war oben verſchloſſen, um das Ausdunſten des Waſſers zu verhüten. Am untern Ende des Flintenlaufs war eine tubulirte Vorlage angebracht, um das nicht zerlegte Waſſer aufzufangen. Aus der Tubulatur der Vorlage ging eine gläſerne Röhre unter die zum Auffangen der Gasarten beſtimmten Gefäße. Um den Verſuch entſcheidend zu machen, ward vor dem Anfange deſſelben der ganze Apparat luftleer gemacht. Nachdem dieſes geſchehen war, wurde das Feuer im Ofen angezündet, und der Flintenlauf glühend gemacht. Dann ließ man das Waſſer tropfenweiſe aus dem Trichter in den Flintenlauf. Es entwickelte ſich eine Menge brennbares Gas. Nach geendigtem Verſuche wurde der Flintenlauf aus dem Ofen genommen, und nachdem der Kitt rein abgeſchlagen war, wurde derſelbe gewogen. Am Gewichte hatte er beträchtlich zugenommen. Dieſe Zunahme am Gewichte zu dem Gewichte des brennbaren Gas addirt war ziemlich genau dem Gewichte des zerſetzten Waſſers gleich. Der Eiſendrath, womit der Flintenlauf angefüllt war, und die innere Seite des Flintenlaufs ſelbſt, waren ganz in ſchwarzen Eiſenkalk verwandelt, welcher ſchon kryſtalliſirt war, und ausſah wie die Eiſenminer von der Inſel Elba. Das durch den Verſuch erhaltene brennbare Gas wurde mit ſo viel Sauerſtoff vermiſcht, als ſich während des Verſuchs mit dem Eiſen verbunden hatte, und nachher verbrannt. Man erhielt etwas mehr Waſſer, als zu dem Verſuche war verwendet worden.

Solche deciſive Verſuche, ſagt Girtanner, laſſen ſich durch hypothetiſches Räſonnement nicht weg-

dispu-

diſputiren; man muß entweder beweiſen, daß dieſe Verſuche unrichtig ſind, oder man muß andere eben ſo deciſive Verſuche anſtellen, welche das Gegentheil beweiſen, oder man muß ſich für überzeugt halten.

Gegen dieſen Verſuch iſt aber wieder eingewendet worden: er ſey zwar ſo, wie er beſchrieben worden, wahr, das Waſſer werde aber dabey nicht zerſetzt, ſondern es ſey eben ſo möglich, daß der Waſſerdampf durch Feuer unterſtützt dem Eiſen etwas rauben und damit brennbare Luft bilden, zum Theil aber ſich ſelbſt mit dem Eiſen verbinden und kryſtalliſiren könne. Der Verſuch zeige: ein Theil des Waſſers kommt in Verbindung mit der brennbaren Luft, ein anderer in die mit den Eiſenkryſtallen. Dieß ſey das Faktum. Ob aber beyde Theile noch Waſſerdampf, oder ob es zwey verſchiedene Beſtandtheile ſeyen, in die der Dampf zerlegt werde, davon ſage der Verſuch nichts. Allein die Antiphlogiſtiker antworten darauf, dieſe Erklärungsart ſtimme gar nicht mit den Thatſachen überein: denn 1. ſey die Zunahme des Gewichts des Eiſens, addirt zu dem Gewichte des erhaltenen brennbaren Gas, aufs genaueſte gleich dem Gewichte des verſchwundenen Waſſers, und 2. wenn man das erhaltene brennbare Gas mit dem Sauerſtoffgas verbinde, ſo zeige ſich, daß daſſelbe im Verbrennen eben ſo viel Sauerſtoffgas einſauge, als die Zunahme des Gewichts des Eiſens beträgt, und daß das Waſſer, welches nach dem Verbrennen zurückbleibt, genau ſo viel betrage, als in dem Verſuche zerlegt worden ſey. Uebrigens ſey es eine ſehr unwahrſcheinliche und bis jetzt noch unbewieſene Hypotheſe, daß das Eiſen Waſſerſtoff oder brennbares Gas in ſeiner Miſchung enthalte, welches erſt noch bewieſen werden müſſe.

Noch hat man gegen die Waſſerzerlegung durch Eiſen folgenden von Prieſtley angeſtellten Verſuch angeführt. Es ward nämlich ein Stück Eiſen unter einer mit Sauerſtoffgas angefüllten Glocke dem Brennpunkte eines Brennglaſes ausgeſetzt. Das Gas verminderte ſich, und wurde von dem Eiſen eingeſogen. Das Eiſen verwandelte ſich in einen ſchwarzen Kalk, der ſchwerer als das Metall war. Nachher ſetzte Prieſtley dieſen Kalk unter eine mit brennbarem Gas angefüllte Glocke, und ließ den Brennpunkt darauf fallen; es entſtand Waſſer, das Gas verminderte ſich, und das Eiſen wurde zum Theil reducirt. Hier ſchien es, als ſauge das Eiſen Waſſer aus dem Sauerſtoffgas ein, und laſſe es nachher wieder fahren, um dafür aus dem brennbaren Gas etwas an ſich zu ziehen, wodurch es reducirt werde. Dagegen bemerkt aber Girtanner, daß gerade dieſer Verſuch einer der auffallendſten Beweiſe für die antiphlogiſtiſche Theorie ſey. Das Waſſer werde nämlich durch das Eiſen zerlegt, weil in der Glühehitze der Sauerſtoff zum Eiſen eine größere Verwandtſchaft habe, als zum brennbaren Gas; aber dieſe Verwandtſchaft habe ihre Grenzen. Es entziehe daher das Waſſer dem Eiſen niemals mehr Sauerſtoff, als nöthig iſt, um in einen ſchwarzen kryſtalliſirten Eiſenmohr verwandelt zu werden. Aus dem Sauerſtoffgas aber nehme es weit mehr Sauerſtoffgas auf, als es nachher in der brennbaren Luft enthalten könne. Alſo gehe der nunmehr überflüſſige Sauerſtoff heraus, verbinde ſich mit dem Waſſerſtoffe des brennbaren Gas zu Waſſer, und das vorher weit ſtärker verkalkte Eiſen trete in den Zuſtand des Eiſenmohrs zurück.

Da aber auch dieſer Verſuch immer noch eine Erklärung zuließ, welche der Erklärung der Antiphlogiſtiker

giſtiker entgegen war, ſo verſuchte man durch einen bloßen elektriſchen Funken das Waſſer zu zerlegen. Auch ſchien wirklich ein Verſuch dieſer Art, der im Jahre 1789 zu Amſterdam von den Herren Paets van Trooſtwyk und Deimann angeſtellt wurde, entſcheidend zu ſeyn, den Schurer c) als Augenzeuge beſchreibt. Herrn Cuthbertſon's d) Nachricht davon iſt folgende: man nahm eine Glasröhre, welche ungefähr $\frac{1}{30}$ Zoll im Lichten hatte, und bog ſie zweymal; das untere Ende der Röhre blieb offen, in das obere ward ein Golddrath geſteckt, der ungefähr 1 Zoll weit in die Röhre hineinging, auswendig aber noch etwas über dieſelbe hervorragte, und in dieſer Lage ward die obere Oeffnung der Röhre zugeſchmolzen. Ein anderer langer Golddrath ward durch die unterſte Oeffnung ſo weit in die Röhre geſchoben, bis deſſen oberſtes Ende von dem unterſten des vorigen Draths noch ungefähr $\frac{1}{4}$ Zoll entfernt war. Hiernächſt ward die Röhre mit deſtillirtem Waſſer gefüllt, und mit dem offenen Ende in ein Glas geſetzt, welches eben ſolches Waſſer enthielt. Beydes zuſammen brachte man hierauf unter die Glocke auf dem Teller einer Luftpumpe, und zog ſo viel als möglich alle Luft heraus; alsdann ließ man eine wiederholte Entladung einer Leidner Flaſche von 1 Quadratfuß Belegung vermittelſt des Golddraths durch das in der Röhre enthaltene Waſſer gehen. Bey jedem Funken, der vom obern Drathe auf den untern abſprang, zeigten ſich an dem letztern Luftbläschen, welche in der Röhre in die

c) Annales de chimie. T. V. p. 276.

d) Cuthbertſon's Brief in den Leipzig. Samml. zur Phyſ. und Naturgeſch. B. IV. St. 4. S. 450 f.

die Höhe ſtiegen, ſich daſelbſt anſammelten, und eine kleine Luftſäule bildeten. War nun die Luftſäule ſo lang geworden, als der obere Drath in die Röhre hineinging, ſo entzündete ſie ſich bey der nächſten Entladung; ſie verbrannte, und das Waſſer ſtieg wieder bis an die Spitze der Röhre in die Höhe. Dieſe Wirkung des elektriſchen Funkens auf die entſtandene Luft gab die Beſchaffenheit derſelben hinreichend zu erkennen. Man ſchloß nämlich, weil der Funken ſie entzündet habe, ſo müßte ſie ein Gemiſch aus dephlogiſtiſirter und brennbarer Luft geweſen ſeyn.

Hermbſtädt[e]) macht hierbey die Bemerkung, daß bey dieſem Verſuche weder Kohle noch Eiſen mit dem Waſſer in Berührung komme, daß der Golddrath bloß dazu diene, um dem elektriſchen Funken einen Weg durchs Waſſer zu bahnen, und ſeine Auflöſung in zwey gasförmige Flüſſigkeiten, die in ihrer Vermiſchung eine Knallluft bilden, zu bewirken, aus welcher durch die Entzündung wieder Waſſer erzeugt werde. Wolle man vielleicht einwenden, daß hier die entzündbare Luft von Seiten der elektriſchen Materie erzeugt ſey, ſo müſſe er geſtehen, daß eine ſolche Einwendung bloß Chimäre ſeyn würde, und daß er nicht begreifen könne, wie man das Wahre abſolut von ſich ſtoße, um nach Phantomen zu haſchen.

Demungeachtet ſind den Folgen, welche die Antiphlogiſtiker hieraus gezogen haben, zwey Einwendungen entgegengeſetzt.

Die erſte iſt, daß man jenes elaſtiſche Fluidum nicht gehörig herausgenommen, und eudiometriſch geprüft

e) Lavoiſier, Syſtem der antiphlogiſtiſchen Chemie. B. I. 1792. Zuſatz S. 120.

prüſt habe, welches nothwendig hätte geſchehen müſſen, wenn man mit Gewißheit behaupten wolle, daß es die gehörige Miſchung von Sauerſtoffgas und brennbarem Gas geweſen ſey. Und außerdem ſey der Schluß: wenn ſich ein Gemiſch von dieſen beyden Gasarten entzündet, und Waſſer giebt, ſo muß auch ein jedes Gas, das ſich entzündet und Waſſer giebt, ein Gemiſch von dieſen beyden Gasarten ſeyn, durch Umkehrung nicht ganz logiſch richtig.

Die zweyte Einwendung bezieht ſich auf die gänzliche Vernachläſſigung des chemiſchen Einfluſſes der Elektricität. Dieſe Einwendung hat beſonders Lichtenberg f) ſehr dringend dargeſtellt. Den Vertheidigern der Zerlegung des Waſſers in Sauerſtoff und Waſſerſtoff ſey es noch nicht eingefallen, zu fragen, was hierbey eigentlich die Elektricität thue? Erſchüttere ſie bloß, oder wurfele ſie bloß, oder erhitze ſie bloß, oder verbinde ſie ſich etwa, ganz oder ſelbſt zerſetzt, mit dem Waſſer, und helfe ihm die Luftgeſtalt mit geben? Dieſe Fragen müßten doch einem unbefangenen Naturforſcher immer bleiben. Es ſey ungerecht, ſie als Chimären und Phantome mit Verachtung zurückzuweiſen, und zu ſagen, wer ſo frage, ſtoße die Wahrheit von ſich. Bey jedem andern Stoffe, durch den man die Verwandlung bewirkt hätte, wäre ſicherlich von chemiſcher Verbindung geſprochen worden, nur bey elektriſchen Funken wolle man daran nicht gedacht wiſſen. Und aus welchem Grunde? Weil wir, ſagt man, noch keine chemiſchen Verbindungen

f) Erxleben, Anfangsgründe der Naturlehre. 6te Aufl. Vorrede S. XXVIII f.

dungen der elektriſchen Materie kennten. Dieß ſey ein ſehr arger Cirkel im Schließen. Es könne ja gerade hier eine ſolche Verbindung vorgehen, die wir uns eben bemühen ſollten, kennen zu lernen. Man zerſetze ja auch durch die Elektricität die alkaliſche Luft, die Salpeterluft, die ſchwereren brennbaren Gasarten, man vermindere dadurch die atmoſphäriſche, und erhalte durch ſie Salpeterſäure aus Sauerſtoff- und Stickſtoffluft. Wären dieß nicht Fakta genug, die auf chemiſche Verbindungen und Wirkungen hinwieſen? Wenn man die elektriſche Materie aus Sauerſtoff und Waſſerſtoff mit Wärmeſtoff beſtehen ließe, jene Fakta nach dieſer Hypotheſe erklärte, und den Erklärungen das Gepräge von Thatſachen aufdrückte, ſo ließe ſich mit ein wenig Witz und Schreibart ein Gebäude einer elektriſchen Chemie errichten, das dem antiphlogiſtiſchen an äußerm Scheine wenig nachgeben würde. In dieſem Lehrgebäude würde man aus dem Amſterdammer Verſuche erweiſen, daß Waſſer und Oxygen die Grundlagen der dephlogiſtiſirten, ſo wie Waſſer und Hydrogen die der brennbaren Luft wären, und dieß mit dem nämlichen Rechte und eben ſo logiſch, als jetzt die Antiphlogiſtiker daraus die Zerlegung und die Zuſammenſetzung des Waſſers erweiſen.

Auch hat de Lüc gegen die Antiphlogiſtiker mehrmals bemerkt, daß Wärmeſtoff allein mit Waſſer allein nie Luft, ſondern nur Waſſer gebe, wenn aber zu dieſen beyden Subſtanzen noch ein drittes, z. B. Licht, hinzukomme, ſo entſtehe eine permanent elaſtiſche Flüſſigkeit. Dieß erhalte durch den Amſterdammer Verſuch eine neue Beſtätigung; denn das Waſſer ſey hierbey die einzige wägbare Subſtanz, welche etwas zur Bildung der Luftart beytragen könnte. Durch

Feuer

Feuer allein könnte nur Waſſerdampf entſtehen; durch den elektriſchen Funken aber bildete ſich Luft, und ſo oft jene mitgetheilt werde, zeigten ſich auch kleine Bläschen. Es ſey alſo das elektriſche Fluidum das Zwiſchenmittel, durch deſſen Einwirkung die Waſſerdämpfe eine luftförmige Geſtalt annähmen.

Gegen die Erzeugung des Waſſers durchs Verbrennen des Sauerſtoff- und Waſſerſtoffgas hat de Lüc noch Einwürfe gemacht, welche vorzüglich aus ſeinen Beobachtungen meteorologiſcher Erſcheinungen, beſonders der Bildung der Donnerwolken und des Regens, hergenommen ſind; Erſcheinungen, welche oft bey vollkommen heller Luft von einem Momente zum andern vorkommen. Die hauptſächlichſten ſeiner aufgezählten Einwürfe ſind folgende:

1. Wenn ein Gemenge von Sauerſtoff- und Waſſerſtoffgas ſo ſtark wie möglich elektriſirt wird, ſo erfolgt keine Auflöſung oder Zerſetzung in dem Gemenge, ſondern hierzu wird nothwendig eine Abſcheidung der elektriſchen Flüſſigkeit, d. h. ein elektriſcher Funken erfordert; da aber die Donnerwolken öfters ohne die mindeſte Spur von elektriſchen Funken zum Vorſchein kommen, ſo kann man auch die Erzeugung der Wolken, welche doch eigentlich die Quellen des Regens ſind, nicht dieſer Urſache zuſchreiben.

2. Waſſerſtoffgas müſſe nothwendig, als Urſache des Regens, zu Folge dieſer Hypotheſe, in der Luft an den Stellen vorhanden geweſen ſeyn, wo der Regen fiel, aber in dieſem Falle müßten die Bewohner der Berggegenden oder hoher Gebirge, wenn ſie Feuer an dieſe Stellen machen, die mit der brennbaren Luft gemengte Luftſchicht anzünden, und dadurch die ganze Atmoſphäre in Brand ſetzen; oder wenn

auch dieſes nicht geſchähe, ſo müßte wenigſtens der erſte elektriſche Funken, welcher durch dieſe Luftſchicht ging, weit entfernt, die Operation zu erneuern, welche wir im Kleinen durchs Verbrennen dieſer Luftarten vorgehen ſehen, dieſer vielmehr durch eine erſchreckliche Erſchütterung und Waſſerfluth ein Ende machen.

3. Wenn das Waſſerſtoffgas mit dem Sauerſtoffgas der atmoſphäriſchen Luft verbrennt, und dadurch Waſſer erzeugt wird, ſo iſt der Rückſtand, er mag nun Salpeterſtoffgas oder kohlenſaures Gas ſeyn, ſchädlich und tödtend für Menſchen und Thiere; und doch empfindet man nicht die geringſte Beſchwerlichkeit beym Athemholen in den Luftſchichten, in welchen die Donnerwolken ſich entladen.

4. Wolken und Platzregen entſtehen öfters ohne die mindeſte Spur von elektriſchen Funken, und ſehr oft von einem Momente zum andern, in der durchſichtigſten und trockenſten Luft.

Gegen dieſe Einwürfe antwortet aber Herr von Hauch auf eine ſehr treffende und mit den neueſten Beobachtungen ſehr übereinſtimmende Art. Er bemerkt

1. es ſey ausgemacht, daß ein Gemenge von Sauerſtoff- und Waſſerſtoffgas, zu Folge der angenommenen Theorie, nicht aufgelößt, d. h. daß es nicht zu Dämpfen, Dünſten, oder im Großen zu Wolken gebildet werden könne, ohne Beyhülfe eines elektriſchen Funkens; aber, fragt er, iſt es eben ſo ausgemacht, daß dieſe beyden Luftarten, als Luftarten, zu dieſen Erſcheinungen erfordert werden? Nein, gewiß nicht; nur die Grundſtoffe derſelben, nämlich der Sauerſtoff und Waſſerſtoff ſind hierzu unumgänglich nothwendig. Wir können dieſe Gruudſtoffe nicht abgeſon-

geſondert darſtellen; ſie ſind uns nur in Verbindung mit andern Grundſtoffen oder Körpern bekannt, ſo wie ſie auch in den angeführten Luftarten mit Wärmeſtoff verbunden ſind.

Aber wenn zwey mit einander verbundene Körper getrennt werden, oder mit andern Körpern neue Verbindungen eingehen ſollen, ſo kann dieß nach vorhergegangener Veränderung in dem Zuſammenhangs- und Aggregatszuſtande des ganzen Körpers erfolgen; eine Bedingung, welche von allen uns bekannten Mitteln der Wärmeſtoff am beſten erfüllt.

Sollen alſo der Sauer- und Waſſerſtoff in eben genannten Luftarten aus ihrer bisher mit dem Wärmeſtoffe gehabten Verbindung geſetzt werden, um eine innige Vereinigung mit einander einzugehen, ſo iſt hierzu die erhöhte Temperatur das dienlichſte Mittel; und daher iſt das Anzünden des Gemenges zur Erzeugung des Waſſers unumgänglich nothwendig, wodurch der Wärmeſtoff beyder Luftarten frey wird, und die zurückbleibenden Grundſtoffe durch kein Bindungsmittel mehr gehindert werden, ſich mit einander zu vereinigen, und den zuſammengeſetzten Körper hervorzubringen, welchen wir Waſſer nennen. Aber wir dürfen vermuthen, daß es ganz anders in den obern Regionen jener größern Werkſtätte unſers Luftkreiſes zugehe; denn wir finden nichts Vernunftwidriges in der Vorausſetzung, daß ſich hier die mannigfaltigen einzelnen Grundſtoffe, durch deren Vereinigung die unendlich vielen zuſammengeſetzten Körper entſtehen, abgeſondert und ohne Verbindung mit einander befinden. Nach dieſer Vorausſetzung wird zur Vereinigung dieſer Grundſtoffe nichts anders erfordert, als daß ſie einander begegnen, oder eine gegenſeitige Anziehungs-

kraft beſitzen, um Wolken zu bilden, aber keineswe- ges ein elektriſcher Funken, oder eine Verbrennung. Dieß iſt nun als ein Scheidungsmittel anzuſehen, wo- durch der mit den benannten Luftarten gebundene Wär- meſtoff frey, und das Hinderniß für die Vereinigung der Grundſtoffe zur Erzeugung des Waſſers geho- ben wird.

So werden wir, wenn unſere Kenntniſſe und Fertigkeiten einſt jenen Grad von Vollkommenheit er- reicht haben werden, daß wir die Grundſtoffe abgeſondert und ohne Verbindung mit andern Körpern darſtellen können, nicht mehr zur künſtlichen Hervorbringung des Waſſers der Anzündung mehr genannter Luftarten be- dürfen, da die Vermiſchung oder bloße Vereinigung des Waſſer- und Sauerſtoffs vielleicht hinreichend ſeyn wird.

2. Was den zweyten von de Lüc aufgeworfenen Satz anlangt, ſo ſcheint es dem Herrn von Hauch gleichfalls, daß das, was, ſeiner Meinung nach, der Theorie zu Folge eintreffen ſollte, und doch gegen die Erfahrung ſtreite, ein Vorwurf ſey, wozu uns die Theorie nicht berechtige, und der ſich allein auf die Vorausſetzung gründe, daß das Waſſerſtoffgas unum- gänglich nothwendig ſey zur Erzeugung des Waſſers; denn nehme man ſehr wahrſcheinlich an, daß hierzu allein der Waſſerſtoff erfordert werde, ſo ſey leicht einzuſehen, daß dieſer die nöthige Vereinigung mit dem Sauerſtoffe eingehen könne, um dadurch Wolken oder Waſſer in Dunſtgeſtalt zu bilden, ohne vorher Luftgeſtalt angenommen, und noch weniger, ohne daß ſich zuvor brennbare Luft den Spitzen unſerer Berge genähert, oder mit andern Worten, ſich als untere Schicht unſe- rer Atmoſphäre der Gefahr ausgeſetzt zu haben, durch

die

die Feuerſtätten der Bergbewohner in Brand zu gerathen, da dieſes Gas zu Folge ſeiner ſpecifiſchen Leichtigkeit gegen die atmoſphäriſche Luft auf dieſer fließen müſſe, und ſich nicht nahe an der Erdfläche aufhalten könne.

3. Bey der Verbrennung des Sauerſtoffgas in der atmoſphäriſchen Luft müſſe, wie de Lüc ſehr richtig bemerke, die zum Einathmen undienliche Luft der Atmoſphäre nothwendig zurückbleiben; aber des oben Angeführten nicht zu gedenken, wodurch die Unrichtigkeit der Vorausſetzung hinlänglich gezeigt worden, daß Wolken und Regen auf dieſelbe Art gebildet werden, wie künſtlich erzeugte kleine Quantitäten Waſſer; ſo laſſe ſich hierbey noch anführen, daß, wenn auch durch Verbrennung beyder Luftarten der Regen gebildet werden ſollte, doch bey der daſelbſt natürlicher Weiſe erfolgenden Verdünnung der Luft die benachbarte Luft dahin dringen, und die verdünnte und zum Einathmen untaugliche vertreiben müßte; überdieß müſſe man in Betrachtung ziehen, daß die dabey entſtandene Kohlenſäure von dem bey der Verbrennung erzeugten Waſſer eingeſogen werden würde. Indeſſen bedürfe die Theorie dieſer Vertheidigungsgründe nicht, da es nicht die Luftarten, ſondern nur ihre Grundſtoffe ſind, welche zur Bildung des Waſſers erfordert werden.

4. Daß der vierte Satz die Wahrſcheinlichkeit der Lehre von den Beſtandtheilen des Waſſers nicht ſchwächen könne, laſſe ſich durch die tägliche Erfahrung beweiſen; denn da das Waſſer- und Sauerſtoffgas beym Verbrennen gerade ſo viel Waſſer hervorbringen, als ſie ſelbſt am Gewicht betragen, und dieſe Erſcheinung ſtatt finde, wenn auch die angeführten Luftarten nicht die geringſte Spur von Feuchtigkeit

durch

durch das Hygrometer zu erkennen gäben, oder nicht im Stande wären, das kauſtiſche Laugenſalz oder abſorbirende Erdarten feucht zu machen, und alſo nach unſern Einſichten vollkommen trocken wären: ſo könne es uns eben ſo wenig ſonderbar vorkommen, daß Wolken und Regen in einer durchſichtigen, und für uns vollkommen trocken ſcheinenden Luft entſtehen, da die zur Erzeugung des Waſſers nothwendigen Beſtandtheile in beyden Fällen, als bereits vorhanden in den Subſtanzen, durch deren Vereinigung das neue Produkt ſich bilde, angenommen werden müßten.

Nach dieſem Angeführten ſcheinen dem Herrn von Hauch die von de Lüc aufgeworfenen Sätze nicht hinreichend zu ſeyn, die Lehre von den Beſtandtheilen des Waſſers umzuſtoßen, und wenn auch ſelbſt, nach ſeiner Meinung, die endliche Beſtimmung der Natur des Waſſers einzig und allein durch die Meteorologie geſchehen könne, ſo verdiene doch die Theorie, welche uns die meiſten Erfahrungen erkläre, ob ſie uns gleich nichts beſtimmtes von den meteorologiſchen Begebenheiten ſagen könne, immer den Vorzug vor jeder andern, welche uns in dieſer Hinſicht eben ſo wenig lehre, und ohnedieß nicht ſo weit umfaſſend als jene ſey.

Uebrigens bringt Herr von Hauch noch ein Paar Verſuche bey, bey welchen wirklich eine Zerlegung des Waſſers in Sauer- und Waſſerſtoff erfolgen ſoll.

Ob nun gleich die meiſten Phyſiker und Chemiker die Hauptſätze des neuern Syſtems angenommen haben, ſo haben doch mehrere, wie aus der bisherigen Erzählung erhellet, nicht allein die Einfachheit des

Waſſers, ſondern auch die Exiſtenz eines Brennſtoffs vertheidigt. Unter dieſen befindet ſich vorzüglich der ehrwürdige D. Prieſtley, welcher ſelbſt zur Begründung des neuern Syſtems ſo viel beygetragen hat, und noch vor ſeinem Tode das Daſeyn des Phlogiſtons und die Einfachheit des Waſſers in ſeiner letzten Schrift vertheidigte [g]). Schon ſeit einigen Jahren hatte Prieſtley, in der Abſicht, den Streit zu entſcheiden, viele Verſuche angeſtellt, deren Erfolg ihm das verabſchiedete Syſtem zu begünſtigen ſchien. Er bemerkt, daß er ſelbſt einmal der angeblichen Zerſetzung des Waſſers das Wort geredet, ſich aber durch ſpätere Verſuche eines andern belehrt habe, und daher nicht beſchuldigt werden könne, daß er hartnäckig an einer Meinung hange. Aus ſeinen Bemühungen und Verſuchen glaubte er folgendes behaupten zu können:

1. Die Metalle ſeyen zuſammengeſetzt. Der einfachſte Verſuch gegen das neuere Syſtem ſey die Auflöſung des Eiſens in Schwefel- und Kochſalzſäure; komme das dabey aufſteigende entzündbare Gas vom Waſſer, ſo müſſe man ungefähr ſechs mal ſo viel, als von dieſem, an Lebensluft finden, da nach dem berechneten Verhältniſſe beyder zu einander dieſe das Waſſer ausmachen; er könne ſie aber nicht finden, nicht in der Säure, denn ſie erfordere nach der Verſicherung ſeiner Gegner zu ihrer Sättigung nicht mehr Laugenſalz als zuvor, aber auch nicht im Eiſen, denn dieſes gebe, wenn es aus der Säure gefällt ſey, in der Glühehitze lange nicht ſo viel Lebensluft, als eine gleiche Menge reiner Säure, und keine mehr, ſobald

g) The doctrine of phlogiſton eſtabliſhed, and that of the compoſition of water refuted. Northumberland 1800. 8.

bald es ſchwarz ſey, wo es dann doch dem Hammerſchlage näher komme, ſo wie es auch alsdann, ſelbſt in der ſtärkſten Hitze, an Gewicht weder zu- noch abnehme; überhaupt, wenn das Eiſen die ſtarke Anziehung zum Oxygen habe, warum entziehe es daſſelbe nicht eben ſowohl der Säure, als dem Waſſer? und wenn die Säure das Eiſen nicht auflöſe, als nachdem es oxydirt ſey, warum löſe es den Hammerſchlag, der ſchon oxydirt ſeyn ſoll, ſchwerer auf, als Eiſen? Wenn ein Metall, das gefällt wird, nicht ſo viel Phlogiſton erfordert, als ein anderes, das ſich an deſſen Stelle auflößt, ſo laſſe ſich leicht begreifen, warum bey dieſer Auflöſung entzündbares Gas aufſteige. Aus ſeinen Verſuchen folge, daß Salpeterſäure aus Lebensluft und Salpetergas beſtehe; zeige ſich daher bey einem Verſuche mit Hülfe des Salpetergas Stickgas, ſo müſſe ein weſentlicher Beſtandtheil zu dieſem aus einer andern Quelle kommen, und Alles, was man ſagen könne, ſey das, daß Salpetergas einen Theil davon ausmache. So zeige ſich z. B. Stickgas, wenn man Eiſen in Salpetergas glühe; es müſſe alſo aus dem Eiſen etwas dazu kommen. Dieſes könne demnach, und mithin auch andere Metalle, nicht einfach ſeyn.

2. Eiſen, durch welches, ſo lange es glühte, Waſſerdämpfe gegangen ſind, zeige nichts, was als Säure oder als Lebensluft daraus dargeſtellt werden könnte. Zu ſagen, es bilde Waſſer, wenn man es im entzündbaren Gas glühe, da dieſes nicht ohne Oxygen gebildet werden könne, ſetze etwas voraus, was erſt erwieſen werden müſſe; auch werde Kochſalzſäure vom Hammerſchlage nicht überſäuert. Das müſſe aber bey der ſtarken Anziehung dieſer Säure zum Oxygen geſchehen, wenn der Hammerſchlag ſo viel Oxygen

in

in ſich hätte; denn wenn der ganze Zuwachs, den das Eiſen bey jenem Verſuche am Gewicht erhalte, bloß auf die Rechnung des Oxygens käme, ſo könne darin nicht wenig, alſo weit mehr, als im Maſſikot, enthalten ſeyn. Wenn bey dem Brennen des Eiſens in Lebensluft dieſe verſchwinde, ſo hänge ſich nun ihr Waſſer an das Eiſen, und ihr anderer minder wägbarer Beſtandtheil bilde kohlenſaures Gas, das man bey dieſem Verſuche immer finde; auch im eigentlichen Hammerſchlag hänge in dieſem Zuſtande nur wenig daran; freylich überſäuren auch rother Präcipitat, Zinkblumen, Maſſikot, ſchwarzer Bley- und Queckſilberkalk, die im Feuer genug Lebensluft geben, die Kochſalzſäure nicht; aber alle dieſe enthalten nicht ſo viel, als jener Eiſenkalk, wenn ſeine ganze Zunahme an Gewicht vom Oxygen herrührt. Rother Präcipitat giebt auch, wenn man den Brennpunkt eines Brennglaſes auf ſeine mit Kochſalzſäure gemachte Auflöſung richtet, Lebensluft; jener Eiſenkalk unter gleichen Umſtänden nicht, vielmehr ſchluckt er aus dem Luftkreiſe, in welchem der Verſuch angeſtellt wird, Lebensluft ein. Da er alſo, ſowohl in ſeiner Auflöſung als außerdem, auf die gemeine Luft eben ſo wirke, wie Eiſen, auch eben ſo vom Magnet angezogen werde, ſo müſſe er den gleichen Grundſtoff enthalten. Auch zeige ſich, wenn man in freyer Luft geſchmolzenes oder mit Braunſtein geglühtes Eiſen in entzündbarem Gas wieder herſtelle, kein kohlenſaures Gas, wie es doch ſeyn müßte, wenn das Eiſen bey jenem Schmelzen Lebensluft eingeſogen hätte. Daraus, daß der rothe Queckſilberkalk ſein vermehrtes Gewicht der Lebensluft zu danken habe, laſſe ſich nicht ſchließen, daß dieß der Fall bey allen Kalken ſey; die Kalke einiger Metalle, und ſogar die Kalke ein und eben deſſelben Metalls, weichen darin

ſehr

ſehr von einander ab. Wenn das Eiſen zu Hammerſchlag werde, der in bloßer Hitze nichts fahren laſſe, ſo nehme 1 Loth um 100; wenn es aber roſte, wo es dann aus 1277 Gran 45 Cubikzoll meiſt kohlenſaures Gas gebe, nur um 15 bis 20 Gran zu. Wenn rother Queckſilberkalk in brennbarem Gas zu laufendem Queckſilber werde, ſo erhalte man kaum ſo viel Waſſer, als die Grundlage des entzündbaren Gas ausmacht, das in dem Kalke zufällig geſteckt haben könnte, da hingegen Hammerſchlag unter gleichen Umſtänden eine Menge Waſſer gebe, weit mehr, als ſich, wenn zu ſeiner Bildung 15 Theile brennbares Gas gegen 85 Theile Lebensluft erfordert würden, je zeigen können; Hammerſchlag könne Jahre lang und Menſchenalter hindurch an der Luft liegen, ohne zu roſten.

3. Hammerſchlag zuvor wohl ausgeglüht gebe mit ganz trockener, in einem feſt zugedeckten Tiegel wohl ausgeglühter und noch ganz heiß vermengter, und in den Flintenlauf gebrachter Holzkohle in heftiger Hitze brennbares Gas; käme das Gas von dem in der Kohle befindlichen Waſſer, ſo hätte dieß in der vorangegangenen Glühehitze ganz zerſtreut werden müſſen; aber auch, daß ſie brennbares Gas gab, dazu war Waſſer nöthig, wie denn kohlenſaure Schwererde kohlenſaures Gas geben ſoll, und dieſes Waſſer gab der Hammerſchlag.

4. Wenn Waſſerdampf über glühenden Zink geleitet werde, erhalte man zwar auch entzündbares Gas, aber dieſer keinen Zuwachs am Gewicht; es könne hier alſo kein Waſſer zerſetzt ſeyn. Aber auch der ſo erhaltene Zinkkalk zeige keine Spur von Oxygen, ſondern vermindere vielmehr die Luft, wenn er darin geglüht werde. Wirklich habe er aus 2 Loth glühenden

Zink,

Zink, über welchen er in einer glühenden Röhre Waſſerdämpfe ſtreichen ließ, 300 Cubikzoll entzündbares Gas erhalten, und den Zink, der ſich dabey größtentheils in ein dunkeles halbdurchſichtiges Glas verwandelt habe, unverändert in ſeinem Gewichte gefunden; da er doch, wenn ſo viel Waſſer zerſetzt worden wäre, daß 300 Cubikzoll entzündbares Gas erfolgen konnten, ungefähr um 100 Gran hätte müſſen zugenommen haben. Auch wenn er auf Zink unter einem mit Waſſer geſperrten und mit gemeiner Luft gefüllten Glaſe den Brennpunkt eines Brennglaſes richtete, ſo zeigten ſich Anfangs mit ſichtbarer Abnahme der Luft Zinkblumen, bey anhaltender Wirkung aber mit deutlicher Zunahme der Luft, welche nur von dem aufſteigenden entzündbaren Gas kommen konnte, ein ſchwarzer Staub, welcher ſich in eingeſchloſſener gemeiner Luft, die er verminderte und verdarb, weiß brannte. Es habe ſich alſo weder in dieſem, noch im unzerſetzt zurückgebliebenen Waſſer Oxygen gefunden, denn dieſes ſey weder ſauer geweſen, noch habe es andere Luft gegeben, als vor dem Verſuche. Zink, durch ätzendes flüchtiges Laugenſalz gefällt, vermehrte, wenn er darin erhitzt wurde, ſie mochte feucht oder trocken ſeyn, $6\frac{1}{2}$ Cubikzoll gemeine Luft auf 8, von welchen $\frac{1}{2}$ kohlenſaures, $7\frac{1}{2}$ beynahe bloßes Stickgas waren. Auch Waſſer, worin Zinkfeile gelegen, und woraus entzündbares Gas aufgeſtiegen war, gab in der Hitze ſchlechtere Luft, als die gemeine; größtentheils vom Waſſer erlangten die Metalle beym Verkalken den großen Zuwachs am Gewicht, das Oxygen hänge ſich dabey an andere Körper; denn wenn er Eiſen, Zink, Bley, Zinn, Kupfer, Wismuth oder Spiesglanz mit einem Brennglaſe über Kalkwaſſer verkalkte, wurde dieſes trübe, indem ſich dabey nämlich die Lebensluft mit der Grundlage des

entzündbaren Gas zu kohlenſaurem verband, wenn man den Verſuch über Queckſilber anſtellte. Doch könne, wie z. B. in Maſſikot, das Oxygen mit dem Metalle ſo verbunden ſeyn, daß es ſich entweder wegen ſeiner geringen Menge, oder wegen ſeiner Verbindung mit dem Brennſtoffe des Metalls weder als Säure, noch als Lebensluft daraus darſtellen laſſe.

5. Warum, fragt Prieſtley, erhält man, wenn Schwefelſäure nichts anders als Schwefel mit Lebensluft iſt, oder mit ſeiner Grundlage verbunden, keinen Schwefel, wenn man jener Säure durch Hitze ihre Lebensluft nimmt, oder wenn man ſchwefelſaures Gas durch eine glühende irdene Röhre treibt? wohl aber, wenn man ſie bis zur Trockene in entzündbarem Gas erhitzt, welches dabey eben ſo, als wenn der Verſuch mit Phosphorſäure angeſtellt wird, verſchwindet. Entzündbares Gas, das er über farbefreyer vollkommener Salpeterſäure ſtehen ließ, wurde zum Theil davon verſchluckt, und theilte ihr bald Farbe mit.

6. Mineraliſches Turbith habe er durch keine Hitze je wieder ganz zu laufendem Queckſilber machen können, ſelbſt nicht im Brennpunkte eines Glaſes von 16 Zoll im Durchmeſſer, der doch gewiß mehr Hitze gebe, als irgend ein Ofen, wohl aber, wenn es in dieſer Hitze zu gelblichem Glaſe geworden ſey, in brennbarem Gas, welches davon eingeſchluckt werde, zu ſchwarzem Kalke mit Queckſilberkügelchen; ſeine Grundlage komme alſo zum Queckſilber, folglich auch zu andern Metallen. Auch rother Präcipitat, auf welchem unter einem mit Waſſer geſperrtem Glaſe der Brennpunkt einer Glaslinſe gerichtet war, ließ von 121 Cubikzoll entzündbarem Gas nur 95 zurück, hatte alſo, da über 7 Zoll Lebensluft aus ihm ausgetreten,

treten, und noch mit dem übrig gebliebenen brennbaren Gas vermengt, nie zu Waſſer vereinigt waren, von dieſem über 33 Zoll verſchluckt, und war zu laufendem Queckſilber geworden; dieſen Verſuch habe er oft wiederholt, und einige Mal, zum Beweis, daß beyde luftförmige Stoffe nicht immer, auch in der Hitze, Waſſer bilden, Knallluft bekommen, welche die Gefäße zerſchmetterte. Sey nun das durch Einſchlucken von entzündbarem Gas wieder hergeſtellte Queckſilber dem durch bloße Hitze in verſchloſſenen Gefäßen wieder hergeſtellten gleich, ſo müſſe dieſes auch die gleichen Beſtandtheile haben, alſo auch Phlogiſton, das aus den Kohlen durch das Glas eindringe, ſo gut, als ſich dieſes von Wärme und Licht gar nicht läugnen laſſe. Auch Silber, Gold und Platina nahmen ihren vollkommenen Metallglanz wieder an, wenn man ihre bis zur Trockene abgerauchten Auflöſungen im entzündbaren Gas erhitzte, von welchem ſie eine große Menge eingeſchluckt hatten; ſie müſſen alſo, wenn ſie auch bey bloßer noch nicht glühender Hitze in verſchloſſenen Gefäßen ihren Metallglanz erhalten haben, durch die Gefäße hindurch einen ähnlichen Stoff eingeſogen haben. Entzündbares und Salpetergas enthalten nach Prieſtley's Berechnung beynahe gleich viel Phlogiſton; denn 20 Gran Eiſen gaben mit Salpeterſäure 16 Cubikzoll von dieſem, und 120 Gran Eiſen 96 von jenem. Platina und Gold enthalten beynahe gleich viel Phlogiſton, und etwas über halb ſo viel als Eiſen, mehr als Bley, und weniger als Wismuth und Queckſilber. Daß etwas durchs Glas dringen könne, zeigen mehrere mit Licht und Wärme angeſtellte Beobachtungen; Mennige und rother Präcipitat nehmen, wenn man ſie in einer Glasröhre erhitzt, die Röthe von dem Blut in den Blut-

adern an, verlieren ſie aber wieder, ſobald ſie erkalten.

7. Die Grundlage des entzündbaren Gas heiße mit Recht Hydrogen, weil ſie keinen andern Urſprung habe, als Waſſer. Um zu beweiſen, daß das, was ſich bey dem Durchſtreichen von Waſſerdämpfen durch glühendes Eiſen an dieſes ſetzt, Oxygen ſey, müßte man es als Lebensluft, oder in einer andern Subſtanz, worin ſie zugeſtanden werde, dargethan haben. Eiſen, das wirklich Luft eingeſchluckt habe, ſehe ganz anders aus, und verhalte ſich ſonſt auch ganz anders; und weder dieſer noch ein anderer Eiſenkalk werde, ohne im entzündbaren Gas erhitzt zu werden, wieder Eiſen; auch erhalte man mit Waſſerdampf kein entzündbares Gas, wenn nicht Körper, welche Phlogiſton enthalten, ins Spiel kommen. Halte das Waſſer ſchon Lebensluft und entzündbares Gas in ſich, und fehle es ihm nur an Wärmeſtoff, ſo müßten ſie ſich ſchon im Waſſerdampf als ſolche zeige; das Waſſer, welches man erhalte, wenn man jenes vom Waſſerdampf beſtrichene Eiſen im entzündbaren Gas erhitzt, habe im Eiſen geſteckt, das erſt, ſo wie das Phlogiſton aus dieſem eindrang, ausgetreten ſey. Nur einmal habe man bey langſamem Verbrennen des entzündbaren Gas in Lebensluft, Waſſer ohne Säure erhalten; aber die Geräthſchaft laſſe nicht ſo viel Genauigkeit zu, als die Folgerung erfordere; man müſſe dabey zu viel zugeben und abnehmen; es haben ſich dabey wenigſtens 51 Cubikzoll Stickgas erſt gebildet; werde dieſes und entzündbares zugleich mit Lebensluft zerſetzt, ſo entſtehe Salpeterſäure. Wirklich habe es doch auch Cavendiſh ſchwer gefunden, ſich aus Stickgas dieſe Säure zu verſchaffen. Schlage man durch ein Gemenge

menge von Lebensluft und noch einmal ſo vielem brennbaren Gas, ſo rein, daß kein Stickgas in beyden wahrzunehmen iſt, in einem gläſernen oder kupfernen Gefäße den elektriſchen Funken, ſo erzeuge ſich augenblicklich ſehr phlogiſtiſirte Salpeterſäure. Die Wirkung bleibe ſich gleich, wenn man auch etwas Stickgas dazwiſchen bringe; thue man aber das, und es fehle merklich an entzündbarem Gas, ſo erfolge ſie, wie bey Cavendiſh. Das Waſſer, das ſich bey dieſen Verſuchen zeige, ſey nicht in den luftförmigen Stoffen aufgelößt geweſen, ſondern ihr Beſtandtheil, der einzige wägbare. Könne er nach Belieben aus Stoffen, die nach der Behauptung Anderer reines Waſſer geben ſollten, auch nur einige Tropfen ſtärkere Säure bekommen, ſo beweiſen dieſe ſo viel als ganze Kannen. Allerdings habe er bey ſeinen Verſuchen beyde luftförmige Stoffe vorher geprüft; ſeine Lebensluft habe bey der Prüfung mit Salpetergas nur $\frac{4}{100}$ Unreinigkeit gezeigt, welche mehr auf die Rechnung des ſchwerlich rein zu erhaltenden Salpetergas komme; aber wenn auch 10 mal mehr Stickgas darin geweſen wäre, hätte er nicht $\frac{1}{100}$ der Säure erhalten können, die er bekam; die Geräthſchaft ſeiner Gegner ſey ſehr zuſammengeſetzt, die ſeinige einfach; höchſt wahrſcheinlich hätten ſie den Rückſtand an Stickgas geringer angegeben, als er wirklich war, auch müßten ſie zur Vollſtändigkeit des Beweiſes einen Körper aufſtellen, der, indem er das entzündbare Gas des Waſſers bildet, ſein Oxygen frey macht.

8. Wenn man den Waſſerdampf nur langſam über glühende Holzkohlen hinſtreichen laſſe, ſo erhalte man lediglich nichts als entzündbares Gas ohne alle Spur von kohlenſaurem, oder etwas anders, worin

ſich das Oxygen verloren haben könnte; man müſſe alſo wohl ſchließen, das Waſſer beſtehe aus bloßem Hydrogen; finde man Kohlenſäure darin, ſo komme ſie von der Lebensluft, womit das Feuer angefacht werde. Daß beym ſtärkern Zuſtrömen vom Waſſerdampfe mehr Kohlenſäure ſich zeige, komme daher, weil mehr Waſſer dazu nöthig ſey, als zum entzündbaren Gas: Waſſer ſey die Grundlage der luftförmigen Flüſſigkeiten. Wenn auch in der Schwererde Waſſer als fremder Stoff hing, ſo müßte es durch die vorangehende Hitze ausgetrieben werden. Rupp's Verſuche gegen ihn ſeyen verwickelt, und ließen keine ſo beſtimmten Folgerungen zu.

9. An der Genauigkeit der von Trooſtwyk- und Deimannſchen Verſuche zweifle er nicht; aber es ſeyen dabey zu viel Kräfte im Spiele, und ſchwer zu ſagen, was und wie viel man jeder derſelben zuzuſchreiben habe. Er habe noch keine Erde bey der Hervorbringung der Luft aus Waſſer gefunden; das letzte, was davon komme, ſey Stickgas, deſſen Natur wir noch wenig kennen. Nach einigen ſeiner Verſuche beſtehe es aus Lebensluft und Licht, das im elektriſchen Funken beſonders ſtark ſey, und dieß wäre zur Hervorbringung der Lebensluft nöthig, wenn Waſſer ihre Grundlage ſey. Gold und Platina, die bey dieſen Verſuchen gebräuchlichen Stoffe, mögen auch zur langſamen Darſtellung von entzündbarem Gas beytragen; daß aber dieſe beyden luftförmigen Stoffe ſich zuweilen ohne elektriſchen Funken entzünden, zeige, daß wenigens dieſer Theil derſelben phosphoriſch ſey, und bekanntlich rieche der elektriſche Funke immer nach Phosphor. Wie Metall und Kohle, leite auch das Waſſer die Elektricität; wie andere Stoffe, die Phlogiſton enthalten, ſchlucke es auch,

auch, wenn es friſch überdeſtillirt ſey, aus dem Luftkreiſe Lebensluft ein. Wenn wachſende Pflanzen im Lichte Waſſer zerſetzen, warum halten ſie nicht damit an, bis das Waſſer, worin ſie wachſen, gänzlich zerſetzt iſt? In ſeinen Verſuchen habe er nur immer ein gewiſſes Maaß, und nach Verhältniß des Waſſers wenig Lebensluft bekommen, und die Pflanze ſey darauf abgeſtorben. Aus den Fulhamiſchen Verſuchen folge weiter nichts, als daß das Waſſer die Trennung des Oxygens aus den Metallkalken und das Eindringen des Phlogiſtons befördere, dazu bedürfe es aber keiner Zerſetzung des Waſſers.

10. Er habe kein Metall in gemeiner Luft durch ein Brennglas über Kalkwaſſer zum Glühen gebracht, ohne daß ſich dieſes getrübt hätte; man nehme aber doch, wenigſtens in den letzten Metallen, keinen Kohlenſtoff an; auch aus theils grauem, theils gelbem Bleykalke habe er in einer Glasröhre durch Hitze ſo viel, als er dem Umfange nach betrug, beynahe ganz reines kohlenſaures Gas erhalten; das kohlenſaure Gas in dem entzündbaren, wie es bey der Auflöſung des Eiſens aufſteigt, könne nicht von dem Reißbley des Eiſens kommen, denn dieſes bleibe bey der Auflöſung zurück, er habe aus $1\frac{1}{2}$ Loth des reinſten Reißbleyes in einer glaſirten irdenen Röhre durch die Hitze 40 Cubikzoll Gas erhalten, wovon nur $\frac{1}{12}$ kohlenſaures, das übrige entzündbares war; und als er den Waſſerdampf durchſtreichen ließ, noch 240 Zoll reines entzündbares; das Reißbley war zu einem Klumpen, wie Hammerſchlag, $2\frac{1}{2}$ Quentch. ſchwer, geſchmolzen. Hätte bey der Auflöſung des Eiſens das aufſteigende entzündbare Gas nur den Kohlenſtoff des Reißbleyes mit ſich fortgeriſſen, ſo könnte der Rückſtand nicht unverändertes

tes Reißbley ſeyn; auch die Luft aus rothem Queckſilberkalke, den er von Bertholet erhalten, habe Kalkwaſſer getrübt; wenn ſie dieſes in Bertholet's Verſuchen nicht ſogleich gethan habe, ſo müſſe die Trübung eine andere Urſache haben, da faſt ſchon $\frac{1}{100}$ Kohlenſäure dazu hinreiche; ſie komme, ſo wie die Kohlenſäure in dem an der Luft zerfallenen Kalke, vom Phlogiſton, das der Kalk bey ſeinem Brennen aus dem Ofen einſchlucke, und Lebensluft aus jenem Kalke und dem Luftkreiſe; wirklich werde gemeine Luft, wenn ſie einige Zeit über Kalk oder über Kalkwaſſer geſtanden habe, verbeſſert. Seine Gegner laſſen das Waſſer unter ſo verſchiedenen Umſtänden ſich zerſetzen.

11. Stickgas ſey nicht einfach, ſondern könne aus entzündbarem Gas zuweilen allein, zuweilen mit Hülfe der Lebensluft erzeugt werden. Nach dem Verbrennen des entzündbaren Gas mit gemeiner oder Lebensluft bleibe immer mehr Stickgas zurück, als nach Vermiſchung einer der letztern mit Salpetergas; auch bey der verſchiedenen Art, wie man die Verminderung der gemeinen Luft bewirkt, falle das Maaß des rückſtändigen Stickgas verſchieden aus; es müſſe ſich alſo in einigen Fällen erſt etwas davon erzeugen. Die Prüfung der gemeinen Luft mit Phosphor ſey verdrießlicher und langweiliger, als die mit Salpetergas, und prüfe man ſie mit entzündbarem Gas, welches man dann mit dem elektriſchen Funken anzündet, ſo ſey der Erfolg noch unzuverläſſiger; er habe Stabeiſen in 60 Cubikzoll Salpetergas erhitzt; davon waren nur 24, und zwar als Stickgas, und wenn er dieſen Verſuch über den Punkt der größten Verminderung fortſetzte, bloß entzündbares Gas zurückgeblieben.

ben. Alle luftförmige Flüſſigkeiten, entzündbare ſowohl als vermiſchte, ſchlucken das Waſſer nach und nach ein, aber ehe das gänzlich geſchehe, zeigten ſie ſich als Stickgas. Glühende Kohle ſchlucke, ſo wie andere luftförmige Flüſſigkeiten, die ſie nachher bey dem Eintauchen in Waſſer wieder fahren laſſe, alſo auch gemeine Luft, und vornehmlich von dieſer Lebensluft ein; bringe man ſie aber unter Waſſer, ſo ſteige Stickgas auf, und auch das Waſſer gebe ſchlechtere Luft von ſich als zuvor. Schwarzgebrannte Knochen verderben die Luft, in welcher ſie geglüht werden, ohne an Gewicht zuzunehmen; wirklich finde man in ſolcher Luft mehr Stickgas, als zuvor; dieſes könne nur von dem Phlogiſton aus den Knochen, und der Lebensluft des Luftkreiſes entſtanden ſeyn. In 6½ Cubikzoll gemeiner Luft fand er, nachdem er Elfenbein ſchwarz darin geglüht hatte, 1 Cubikzoll kohlenſaures Gas, das übrige Stickgas; es müſſe ſich alſo auch hier Stickgas, und mit dem kohlenſauren aus den gleichen Stoffen gebildet haben. Sonſt gebe Eiſenfeile mit Schwefel im Waſſer Queckſilber, oder im luftleeren Raume entzündbares, zuweilen aber unter Umſtänden, die er nicht zu beſtimmen wiſſe, Stickgas. Eiſen, durch Eintauchen in Kochſalzſäure roſtig gemacht, habe unter einem mit Queckſilber geſperrtem Glaſe entzündbares Gas meiſt in Stickgas verwandelt; auch habe entzündbares Gas, worin in Salpeterſäure geroſtetes Eiſen 1½ Jahr gelegen hatte, alle Entzündbarkeit verloren.

Wo ſich alſo entzündbares Gas zeige, müßte man, wenn man es vom Waſſer ableiten wolle, dieſes nicht bloß aus einer Zunahme am Gewicht beweiſen, ſondern daß es in dem Verhältniſſe 15 : 85 mit Oxy-

gen verbunden war, und dieſes als Säure oder Lebensluft darzuſtellen vermögen; auch müßte das Waſſer, das bey dem Verbrennen des entzündbaren Gas mit dieſer zurückbleibt, ohne Säure und ohne Geſellſchaft des Stickgas ſeyn, wenn man daraus ſicher folgern wolle. Freylich ſind wir nicht im Stande, das Gewicht des Phlogiſtons zu beſtimmen, aber das finde auch bey Wärme und Licht ſtatt.

Dieſe Einwürfe Prieſtley's gegen das neuere Syſtem veranlaßten die Erfindung des gasförmigen Kohlenſtoffoxyd, von welchem bereits das nöthigſte im 7ten Bande S. 976 f. angeführt worden iſt. Durch die Bemühungen der daſelbſt angezeigten Chemiker ſcheint es entſchieden zu ſeyn, daß alle dieſe Einwürfe keinesweges das neuere Syſtem umſtoßen, ſondern mit demſelben gar wohl vereinbar ſind.

So weit gingen die Meinungen über die Natur des Waſſers, bis noch in demſelben Jahre 1800 Hr. Volta die ſogenannte galvaniſche Batterie entdeckte. Mit dieſer wurden bald eine ſehr große Menge Verſuche angeſtellt, aus welchen man zum Theil ſchloß, daß das Waſſer wirklich zuſammengeſetzt, zum Theil aber auch, daß es eine einfache Subſtanz ſey. Hiervon ſoll aber weiter unten geredet werden.

Gewicht des Waſſers.

Karſten[h]), welcher mit Gren das Gewicht des Waſſers genau zu beſtimmen ſuchte, gebrauchte hierzu einen mit Fleiß verfertigten aus ſechs meſſingenen Platten zuſammengeſetzten Würfel, wovon jede Seite

h) Anleitung zur gemeinnützigen Kenntniß der Natur. Halle 1783. 8. § 42.

Seite genau zwey rheinländ. Decimalzoll lang war; dieſen verſenkte er in ganz reines deſtillirtes Waſſer, wenn es die temperirte Wärme von 60 bis 70° Fahrenh. hatte, und fand, daß der Würfel dadurch 16 Loth 3 Quentch. $1\frac{1}{2}$ Gran kölln. oder $4021\frac{1}{2}$ Gran am Gewichte verlor. Dieſer Gewichtsverluſt iſt dem Gewichte des Waſſers im Raume des Würfels, der 8 Cubikzoll betrug, gleich: daher wiegt ein rheinländ. Decimalkubikzoll Waſſer $502\frac{11}{16}$ Gran kölniſch, welches auf Medicinalgewicht reducirt faſt $492\frac{1}{4}$ Gran gibt. Mithin wiegt nach dieſem Verſuche ein rheinländ. Cubikfuß reines deſtillirtes Waſſer bey einer Temperatur von 64 bis 66° Fahrenh. $502687\frac{1}{2}$ Gran im kölniſchen Gewicht, d. i.

65 Pfund 14 Loth 2 Quentch. $7\frac{1}{2}$ Gran

und im Medicinalgewicht $492229\frac{1}{6}$ Gran, oder

64 Pfund 1 Unze 3 Drachm. 2 Scrup. $9\frac{1}{6}$ Gran.

Noch neuere Verſuche über das Gewicht des Waſſers hat Hr. Prof. Schmidt in Gießen [i]) angeſtellt. Er nahm 1 Pariſ. Cubikzoll Eiſen, weil ſich dieſes Metall unter allen am ſchärfſten und genaueſten abfeilen läßt. Durch Einſenkung dieſes Würfels in deſtillirtem Regenwaſſer bey 16 Grad Temperatur nach de Lüc ($84\frac{1}{2}$° nach Fahr.) fand er das Gewicht des Duodecimalkubikzolls = 370,27 Gran, folglich das Gewicht des Pariſer Cubikfußes

69,427 Pfund Troysgewicht, oder

72,625 Pfund kölln.

Durch ähnliche Verſuche fand er das Gewicht von 1 Cubikfuß undeſtillirtes Regenwaſſer 370,44 Gran, oder 1 Cubikfuß 69,501 Pfund.

Eis.

i) Sammlung phyſiſch-mathematiſcher Abhandlung. B. I. Gießen 1793. 8. Num. 2.

Eis.

Ueber den merkwürdigen Umſtand, daß Waſſer, ohne zu gefrieren, eine weit größere Kälte aushalten kann, als ſonſt dazu nöthig iſt, ſind von Einigen mehrere Verſuche angeſtellt worden. Hr. Brugmann's fand, daß das Waſſer, ohne zu gefrieren, zuweilen eine Kälte von — 11,7° Reaum. (+ 5,7 Fahrenh.) aushielt [k]).

Hr. de Lüc [l]) brachte eine kleine Menge Waſſer, das er von Luft gereinigt hatte, in einen Kolben, worin ein Thermometer geſtellt war, und fand, daß dieſes Waſſer weit unter dem gewöhnlichen Eispunkte, ohne zu gefrieren, erkalten könne. In dieſem Zuſtande hat er Waſſer einer natürlichen Temperatur der Luft, welche mehrere Tage etwa — 8° nach ſeiner Skale oder 14° Fahrenh. hatte, ausgeſetzt, und es blieb flüſſig. Sobald er aber das Waſſer mit einem kleinen Stückchen Eis berührte, ſo wurde ein Theil von dem erkalteten Waſſer ſogleich in Eis verwandelt; die daraus frey gewordene Wärme brachte das übrige Waſſer ſogleich auf den Froſtpunkt, und auf dieſem Punkte blieb die Maſſe ſo lange, bis ſie ganz in Eis verwandelt war; nachher richtete ſie ſich nach der äußern Temperatur. Hieraus erklärt de Lüc [m]) zugleich, wie im Luftkreiſe Bläschen ſich bilden und exiſtiren können, wenn gleich die Temperatur beym Gefrieren iſt, weil außer dem Erkalten noch irgend ein beſtimmender Umſtand nöthig iſt, damit ſich das Eis bilde.

Vor-

k) *van Swinden*, obſerv. ſur le froid rigoureux de 1776. Amſterd. 1778. 8.

l) Neue Ideen über die Meteorologie. Th. I. Berl. und Stett. 1787. 8. S. 207.

m) Ebendaſ. Th. II. S. 610.

Vorzüglich hat Blagden n) Verſuche angeſtellt, das Waſſer unter den Froſtpunkt herabzubringen, ohne daß es gefriere. Deſtillirtes Waſſer ließ ſich bis 24 und 23, und wenn es eine Zeitlang gekocht hatte, bis 21 Grad nach Fahrenh. erkälten; hartes Brunnenwaſſer nur bis 25 und 24; trübes Waſſer vom New River gar nicht unter den Gefrierpunkt. Ueberhaupt ſchien der Mangel an Durchſichtigkeit das Waſſer unfähig zu machen, ſich weit unter dem Gefrierpunkt zu erkälten; hingegen Säuren und Auflöſungen von Salzen machten es fähig, daß das Waſſer noch tiefer unter dem Gefrierpunkte erkältet werden konnte, ohne zu gefrieren. Obgleich die Ruhe des Waſſers dieſer Erkältung günſtig iſt, ſo bringt doch nicht eine jede Bewegung ein plötzliches Gefrieren hervor, wie bereits ſchon Wilke erinnert hat. Waſſer, das bis 21 Grad erkältet war, konnte im Becher gerüttelt, mit einem Federkiel umgerührt, und die Oberfläche angeblaſen werden, ohne zu gefrieren. Eine ſchütternde Bewegung, z. B. Aufſtoßen des Bechers mit dem Boden, Reiben mit dem Federkiel oder mit Wachs an der Seitenwand des Bechers unter dem Waſſer u. ſ. f. machen das Waſſer am erſten gefrieren. Von den berührten Stellen ſchießen durch die ganze Maſſe die ſchönſten Eiskryſtallen an, und das Thermometer ſteigt ſchnell durch 10 bis 11 Grade bis auf 32 Grad in die Höhe. Daraus ſchreibt Blagden den Waſſertheilchen eine Polarität zu, vermöge welcher ſich nur beſondere Stellen derſelben anziehen, und welche durch eigene Arten der Bewegung, ſo wie durch Berührung mit Eis, befördert werde.

Die

n) Philoſoph. Tranſact. Vol. LXXVIII. P. I. p. 125 ſq. p. 277 ſq. überſ. in Gren's Journal der Phyſ. B. I. S 87 f. S. 393 f.

Die meiſten Naturforſcher ſuchen die Urſache dieſer Erſcheinung darin, daß die Wärme in dem Waſſer in eingeſchloſſenen Gefäßen länger zurückgehalten werde, als bey der Berührung der freyen Luft.

Gewöhnlich nimmt man an, daß das Eis gleichförmiger und durchſichtiger wird, wenn man das Waſſer vor dem Gefrieren von der Luft reinigt, welche darin enthalten iſt. Dieſes kann man entweder durch Kochen des Waſſers oder durch Auspumpen unter der Glocke einer Luftpumpe erhalten. Allein Lichtenberg o) führt einen Verſuch an, welchen er am 13ten Decemb. 1783 bey einer großen Kälte anſtellte; er ließ Waſſer, welches er ſowohl durch Kochen als Auspumpen von Luft ſo weit gereinigt hatte, als es ihm mit einem ſehr guten Inſtrumente nur immer möglich war, im Vacuo gefrieren. Der Erfolg war ſehr frappant, das Gas, worin das Waſſer ſich befand, war, wie ſonſt gewöhnlich iſt, zerbrochen, allein das Eis, anſtatt durchſichtiger als anderes zu ſeyn, ſtellte faſt einen bloßen Schaum vor, ja die ganze Maſſe war in der Mitte durch eine große Blaſe, die ſich von einer Seite des Gefäßes nach der andern erſtreckte, getheilt. Lichtenberg ſchließt hieraus, daß er zwar glaube, daß die im Waſſer eingeſchloſſene Luft einigen Antheil an der Ausdehnung des Eiſes beym Gefrieren habe; allein daß dieſer Luft dabey alles zuzuſchreiben ſey, ſey ihm ſehr zweifelhaft. Hiernächſt fragt er, welches iſt das wahrſcheinlichſte: 1. iſt das Waſſer noch nicht ganz rein von Luft geweſen, und daher der Schaum nur deßwegen entſtanden, weil die noch in dem Waſſer befindliche Luft nunmehr im

o) Erxleben, Anfangsgründe der Naturlehre. §. 426. Anmerk.

im Vacuo entwickelt, wenig Widerſtand fand, und alſo in große Blaſen überging? 2. Wird beym Prozeß des Gefrierens Luft erzeugt? 3. oder tritt endlich ein Umſtand ein, daß das Waſſer, indem es in Eis übergeht, eine große Menge ſpecifiſche Wärme abzuſetzen genöthigt iſt, die nämlich, die er als flüſſiger Körper mehr haben muß, welche im Stande iſt, im luftleeren Raume ein augenblickliches Sieden hervorzubringen?

Ueber die Gewalt des Eiſes bey Zerſprengung der Gefäße ſind beſonders von Williams p) in den Jahren 1784 und 1785 Verſuche angeſtellt worden. Eine Bombe von $12\frac{3}{4}$ Zoll im Durchmeſſer und $1\frac{1}{2}$ Zoll dick ward zerſprengt, und eine Eisplatte durch den Riß ringsum hervorgetrieben. Von einer andern Bombe ward ein eingetriebener Stöpſel, $39\frac{1}{4}$ Unzen ſchwer, bey — 6 Grad Temperatur 62 Fuß weit fortgetrieben, und ein Eiscylinder von 4 Zoll lang war herausgetreten. Bey noch einer andern Bombe, welche eine Elevation von 45° hatte, flog ein Stöpſel bey — 19° Temperatur, $41\frac{3}{4}$ Unzen ſchwer, 415 Fuß weit. Ueberhaupt zieht Williams aus ſeinen Verſuchen den Schluß, daß die Ausdehnung des gefrierenden Waſſers jeden Widerſtand überwältige; und ſey das Behältniß zu ſtark, um zerſprengt zu werden, ſo behalte das Waſſer ſeine Flüſſigkeit, ſo ſtark auch die Kälte ſeyn möge.

Ueberhaupt hat man bisher allgemein behauptet, daß das Waſſer nahe am Froſtpunkte gegen die Regel merklich ausgedehnt werde. Dieß Geſetz hat nicht allein

p) Tranſact. of the Royal ſociety of Edinburgh. Vol. II. 1790. Gothaiſches Magazin. B. VIII. S. 176.

allein de Lüc durch Waſſer, welches in einer Thermometerkugel eingeſchloſſen war, ſondern auch die Herren Schmidt, le Febre und Guineau durch Aufſuchung des ſpecifiſchen Gewichts zu beſtätigen geſucht. Dagegen frägt aber Herr von Arnim [q]), könnte nicht die Abweichung in beyden Fällen aus der Zuſammenziehung des Glaſes erklärt werden, die vielleicht faſt gleichförmig fortgehe, wenn jene immer mehr abnehme? Es wäre in dieſem Falle eine ähnliche Täuſchung, wie das anfängliche Fallen der Thermometer mit ſtarken Kugeln, wenn man ſie in eine heiße Flüſſigkeit bringe.

Dieſen Zweifeln auszuweichen hält von Arnim folgendes einfache Werkzeug geſchickt. Zwey ſtarke Röhren, von welchen die erſtere 5 Fuß, die andere ohngefähr 1 Fuß Länge hat, ſind durch ein weites Gefäß mit einander verbunden. Die erſte Röhre iſt mit Waſſer und die andere mit Queckſilber gefüllt, und da das mit den Röhren verbundene Gefäß weit iſt, ſo kann die Grenze zwiſchen dem Waſſer und Queckſilber in dem Gefäß als beſtändig angenommen werden. Daher werden ſich die ſpecifiſchen Gewichte verkehrt verhalten, wie die Höhen des Waſſers und des Queckſilbers. Durch Eintauchen in eine kalte Flüſſigkeit, und Beobachtung des Thermometers darin, werde man nach vorhergegangener Unterſuchung des ſpecifiſchen Gewichts des Queckſilbers bey 0° Reaum. beſtimmen können, ob das Waſſer von 4° Reaum. ſich wieder ausdehne. Hr. von Arnim ſelbſt hat mit dieſem Inſtrumente keine Verſuche angeſtellt. Er bemerkt nur noch, ſchon Nicholſon ſcheine die Unzulänglichkeit der bisherigen Beweiſe für die Ausdehnung

des

q) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. V. S. 64 f.

des Waſſers in der Nähe des Froſtpunkts gefühlt zu haben; wenigſtens ſagt er, daß die Rumford'ſche Erfahrung mit dem Talge, der ſich erhebe, ſtatt ſich zu ſenken, ihm der einzige ſichere Beweis dafür ſey. Dieſer Verſuch ſcheine aber weit leichter aus der allgemein gefundenen Tropfenbildung der Flüſſigkeiten in Stoffen, gegen die ſie weniger Anziehung als unter ſich zeigten, abgeleitet werden zu können.

Nach Herrn von Arnim's Meinung ſcheint Waſſer beym Erwärmen vom Gefrier- bis zum Siedpunkte nicht ein und derſelbe Stoff zu bleiben, ſondern in ſeiner Miſchung ununterbrochen ſich zu ändern, und eben dieſe Veränderlichkeit ſeiner Miſchung, dieſe wahrſcheinlich zunehmende Oxygenation bis zum Gefrierpunkte hinab, ſey es, die es zu der Zwiſchenrolle bey Oxydationen und Desoxydationen eigne.

Die Luft, welche wir durchs Kochen aus dem Waſſer entwickeln, halte Herr von Humboldt für eingemengt. Aber welchen Grund hätten wir, ſie nicht für chemiſch damit gebunden zu halten? Nenne er doch auch das Schneewaſſer oxygenirt, und erkenne doch auch nur durch dieſelben Mittel, wie dort, die Güte der daraus entwickelten Luft. Da dieſe Verbindung übrigens vollkommen den Charakter der Homogeneität habe, ſo könne er ſie auch nicht anders, als eine chemiſche Verbindung nennen. Nun fänden wir, daß Luft, aus erwärmtem Waſſer entwickelt, ſtickgasreich, Luft aus vorher ſehr erkaltetem und nun erwärmtem Waſſer oxygenreich ſey; was könne man anders ſchließen, als daß das Eis ein oxydirtes Waſſer ſey, und daß die Anziehung des Waſſers gegen den Sauerſtoff mit der Verminderung der Temperatur zunehme? Auch habe de Lüc gefunden, daß

dieſe Ausdehnung durch Verbindung des Waſſers mit Kochſalz vermindert, durch Verbindung mit Luft vermehrt werde.

Nicht das Waſſer, welches ſich anfänglich durch Kälte zuſammenzieht, dehne ſich nun aus, ſondern durch Miſchungsveränderung werde nicht nur die Zuſammenziehung aufgehoben, ſondern es werde auch ſogar noch ausgedehnt. Hiermit ſcheine auch die allgemeine Erfahrung in Verbindung zu ſtehen, daß zugeſtopfte Gläſer, wenn einige Luft darin befindlich ſey, nicht ſo leicht beym Gefrieren zerſpringen, als offene.

Ueber das Verdunſten des Eiſes hat C. Wiſtar [r]) intereſſante Beobachtungen angeſtellt. Eis, welches die Temperatur des natürlichen Froſtpunkts hatte, und in einer Stube aufgehangen wurde, deren Luft bis auf den künſtlichen Gefrierpunkt 0° Fahrenh. erkältet war, erzeugte einen ſichtbaren Dunſt. Ueberzeugt, daß dieſes zu Folge eines allgemeinen Naturgeſetzes geſchehe, ſtellte er einige Verſuche zur weitern Prüfung und Begründung dieſes Geſetzes an.

Der Schluß, welchen er aus ſeinen Beobachtungen zog, und den er als allgemeines Naturgeſetz aufſtellte, war: daß der nicht elaſtiſche Dunſt von keiner beſtimmten abſoluten Menge und keinem gegebenen Grade empfindbarer Wärme in dem verdunſtenden Körper abhange, ſondern lediglich von dem relativen Wärmegrade, um welchen dieſer Körper die Temperatur der ihn umgebenden Atmoſphäre übertrifft, und daß jener Dunſt durch das Uebergehen der Wärme aus dem feuchten Körper in die ihn berührende Luft erzeugt wird. Iſt dieſe Theorie richtig, ſchließt er weiter, ſo

r) American Philoſoph. Tranſact. Vol. III. IV.

ſo muß es möglich ſeyn, in dem gewöhnlichen Deſtillirapparate eine Deſtillation bloß dadurch zuwege zu bringen, daß man die Vorlage oder den Kühler erkältet, ohne die Retorte, oder den zu deſtillirenden Körper in ihr zu erwärmen, indem nämlich dann immerfort Wärme aus dem zu verdunſtenden oder zu deſtillirenden Körper in die Luft der Vorlage überſteigt.

Dieſe Schlußfolge ſuchte er durch Verſuche zu beſtätigen, um dadurch diejenigen zu widerlegen, welche meinten, der ſcheinbar vom Eiſe aufſteigende Dunſt ſchreibe ſich vielmehr von Luftportionen von verſchiedener Temperatur, die ſich vermiſchen, her. Denn beym Verdunſten in einer mit der Vorlage zuſammengekitteten Retorte finde kein ſolches Vermiſchen von warmer und kalter Luft mit einander ſtatt; und nimmt man einen Stoff, der nicht in der Luft weder chemiſch noch mechaniſch enthalten iſt, ſo müſſe vollends der Argwohn wegfallen: der Dunſt möge aus der eingeſchloſſenen Luft abgeſchieden ſeyn.

Er goß $1\frac{1}{2}$ Unzen Schwefeläther in eine Retorte, kittete an ſie eine Vorlage mit langem Halſe, und ſetzte dieſe Vorlage in eine froſterregende Miſchung aus Schnee und Salz, deren Temperatur jedoch ſelten bis unter 10° ſank, während die Retorte ſelbſt ringsum atmoſphäriſche Luft von 50° Fahrenh. umgab. Der Temperaturunterſchied betrug hier alſo nur 40°. Und doch, als man nach 30 Stunden die froſterregende Miſchung wegnahm, war ein Drittel der ganzen Aethermaſſe überdeſtillirt. In einem ganz gleichen Apparate, wo man die Vorlage mit keiner kaltmachenden Miſchung umgeben hatte, war während 30 Stunden auch nicht ein Tropfen in die Vorlage übergegangen.

 Dieſer

Dieſer Verſuch wurde auf dieſelbe Art mit Kampfer wiederholt. Nachdem die Vorlage 30 Stunden in der kältenden Miſchung geſtanden hatte, fand Wiſtar, daß ſich etwas Kampfer gerade ſo baumförmig ſublimirt hatte, wie dieß gewöhnlich durch Hitze geſchieht.

Hygrometer, Anemometer und Hyetometer.

Herr Clas Bjerkander [s]) ſchlägt zu einem Hygrometer die Carlina vulgaris (gemeine Carlsdiſtel) vor. Wenn dieſe Pflanze geblüht hat, bleibt ſie vertrocknet ſtehen mit Stengel, Blättern und Kelche bis ins folgende Jahr. Während dieſer Zeit bemerkte nun Hr. Bjerkander, daß ſich der Kelch bey heiterer und trockener Witterung öffnet, bey feuchter und trüber Witterung aber zuſammenzieht. Je mehr die Trockenheit zunimmt, deſto mehr beugt ſich der Kelch niederwärts, und legt ſich doppelt ans Saamenbehältniß. Dieſen Beobachtungen zu Folge befeſtigte Herr Bjerkander einige dieſer Gewächſe außen vor dem Fenſter, und gebrauchte ſie als Hygrometer.

Bisher hatte man noch gar nicht darauf gedacht, durch richtig angeſtellte Verſuche beſtimmte Begriffe und aus Erfahrung erwieſene Grundſätze feſtzuſetzen, um Werkzeuge dieſer Art zu verfertigen, welche in ihrem Gange übereinſtimmend und feſt wären. Erſt die beyden Herren de Lüc und de Sauſſüre fingen an, feſte und beſtimmte Grundſätze in die Hygrologie und Hygrometrie einzuführen.

De

s) Neue Abhandl. der königl. Schwed. Akad. der Wiſſenſch. für das Jahr 1782. B. III. S. 80.

De Lüc war es vorzüglich darum zu thun, ein wahres Hygrometer zu haben, um beſonders ſeine Theorie über die Dünſte in der Atmoſphäre zu prüfen. Nach langen, mühſamen, und oft vergeblichen Unterſuchungen glaubte er endlich eine Theorie gefunden zu haben, nach welcher ein genaues Hygrometer eingerichtet ſeyn müſſe. Dieſe ſeine Theorie hat er in mehreren Abhandlungen [t]) ſehr weitläuftig vorgetragen; der Grund derſelben iſt kürzlich dieſer:

Im ganz allgemeinen Verſtande kann man Feuchtigkeit als unſichtbares Waſſer annehmen, welches bemerkbare Erſcheinungen zuwege bringt. Solche Subſtanzen, welche durch ihre Veränderungen die in einem Medium befindliche Feuchtigkeit anzeigen, heißen hygroſkopiſche Subſtanzen. In dem Medium iſt gar keine Feuchtigkeit vorhanden, wenn es keinen Dampf enthält, welches ohne Zerſetzung ſeiner Beſtandtheile verdunſten kann. Dagegen erreicht in einem Medium die Feuchtigkeit den höchſten Grad, wenn kein Dampf weiter hineingebracht werden kann, ohne ſich zu zerſetzen, und im hygroſkopiſchen Körper, wenn er weiter kein Waſſer in ſich nehmen kann. Weil beyde Extreme im Medium und im hygroſkopiſchen Körper der Natur der Sache nach mit einander correſpondiren, ſo erlangt man dadurch zwey feſte Punkte, bey welchen beſtimmte Grade der Feuchtigkeit des Mediums, vermöge beſtimmter Veränderungen des hygroſkopiſchen Körpers, angezeigt werden; mithin werden

t) Neue Ideen über die Meteorologie. Th. I. Abtheil. I. Cap. 2 u. 3. Philoſ. Tranſ. Vol. LXXXI. 1791. P. I. p. 1. ſq. P. II. p. 389. überſ. in Gren's Journ. d. Phyſ. B. V. S. 279 f. imgleichen über Ausdünſt. Vol. LXXXII. 1792. P. II. p. 400. überſ. ebendaſ. B. VIII. S. 141 u. f.

werden auch dazwiſchenfallende Veränderungen des hygroſkopiſchen Körpers Zwiſchengrade der Feuchtigkeit angeben, wenigſtens in derſelben Ordnung, wenn auch nicht völlig in demſelben Verhältniſſe. Hieraus iſt es auch begreiflich, daß keinesweges der Zuſtand eines hygroſkopiſchen Körpers die Quantität des Dampfs anzeige, welcher in einem luftvollen oder luftleeren Raume enthalten iſt. Er zeigt bloß die Fähigkeit des Mediums an, Waſſer mitzutheilen. Dieſe Fähigkeit iſt dem jedesmaligen Verhältniſſe zwiſchen der Quantität des Dampfes und dem der Temperatur correſpondirenden Maximum des Dampfes proportional. Man irrt ſich alſo, wenn man der Meynung iſt, daß das Hygrometer die Gegenwart oder Abweſenheit alles Wäſſerigen, alſo auch des elaſtiſchen Waſſerdampfs in der Atmoſphäre anzeige. Vielmehr lehren die Erfahrungen des Hrn. de Lüc und des Hrn. Watt, daß hygroſkopiſche Körper im Waſſerdampfe Trockenheit zeigen, wenn der Dampf durch nöthige Wärme durchaus im elaſtiſchen Zuſtande erhalten werden kann. Nur alsdann, wenn durch Erkältung oder Zuſammendruckung ein Theil des elaſtiſchen Waſſerdampfs zerſetzt wird, entſteht Feuchtigkeit, welche das Hygrometer angibt.

Das erſte Hygrometer, welches de Lüc verfertigte, war von Elfenbein, welches mit andern ähnlichen vergleichbar war, und daher alle vorige bey weitem übertraf. Gleich nach Verfertigung deſſelben gab er es dem Capitän Phipps auf einer Reiſe nach dem Nordpole mit [u]). Es beſteht aus einem hohlen elfen=

u) Philoſoph. Tranſact. Vol. LXIII. n. 38. imgl. copie d'un Mémoir. ſur un hygromètre comparable; in *Rozier* obſ. ſur la phyſique. May 1775. p. 381.

elfenbeinernen Cylinder 2″ 8‴ lang und inwendig $2\frac{1}{2}$‴ weit, welcher nur an dem einen Ende offen und $\frac{3}{16}$ Linien dick iſt, die obern 2″ der Länge ſind etwas dicker und mit einer 13 bis 14 Zoll langen Glasröhre verbunden. Dieſer Cylinder wird bey feuchter Witterung etwas geräumiger; das Queckſilber alſo, welches in ihm und in der gläſernen Röhre enthalten iſt, zeigt durchs Fallen Feuchtigkeit, und durchs Steigen Trockenheit an. Als feſten Punkt der vollkommenen Näſſe nimmt er den an, bey welchem das Queckſilber ſteht, wenn man den Cylinder in ſchmelzendes Eis ſetzt. Nun mißt er an einem Queckſilberthermometer die Entfernung der beyden feſten Punkte von einander, bricht die Kugel davon ab, und wiegt das in ihr befindliche Queckſilber. Aus dieſem Gewichte, und dem Gewichte des Queckſilbers, welches zur Füllung des Cylinders nöthig iſt, nebſt der Größe des gemeſſenen Abſtandes ſucht er die vierte Proportionalzahl, welche der Fundamentalabſtand des Hygrometers iſt. Dieſen Abſtand theilt er in 40 gleiche Theile, und trägt ſolcher Grade, wenn es der Raum verſtattet, noch mehrere auf; die Glasröhre bleibt oben offen, und wird bloß mit einem elfenbeinernen Deckel bedeckt. Wird nun hierbey ein Thermometer gebraucht, welches ebenfalls in 40 Grade eingetheilt iſt, ſo kann man beobachten, wie viel von der Veränderung am Stande des Hygrometers der Wärme, und wie viel der Feuchtigkeit zuzuſchreiben iſt. Dieſes Hygrometer hat nur einen feſten Punkt, nämlich den der vollkommenen Näſſe; den Punkt der Trockenheit glaubte de Lüc nicht ohne Feuer beſtimmen zu können, fürchtete aber, daß dadurch das Elfenbein eine große Aenderung erleiden würde. Mit dieſem Werk-

zeuge hat de Lüc [x]) Beobachtungen angeſtellt, welche beweiſen, daß die Luft auf den Bergen ſtets trockener als in der Tiefe ſey. Bald nachher aber entdeckte de Lüc, daß das Elfenbein nicht immer dieſelbe Ausdehnbarkeit hatte, und er fand darauf denſelben Fehler bey den Federn, welche er ſchon vorgeſchlagen hatte, und überhaupt bey allen andern Subſtanzen, die er gebrauchte. Er blieb bey dem Fiſchbein, aus andern Betrachtungen, ſtehen, und bewerkſtelligte ſeine Vergleichbarkeit durch einen einzigen feſten Punkt ziemlich gut. Dieß war ſein zweytes Hygrometer, das er der königl. Akadem. der Wiſſenſch. zu Paris 1781 übergab. Bald nachher aber fand er einen zweyten feſten Punkt, ſo daß er zum drittenmale die Verfertigung des Hygrometers gänzlich veränderte, welche ſich eben auf die von ihm angeführte Theorie gründet.

Indeſſen war de Sauſſüre aus ſeinen ſo mannigfaltig angeſtellten Beobachtungen ſo glücklich, die Gründe zur eigentlichen Theorie der Meſſung abſoluter Quantitäten der in der Luft ſchwebenden Feuchtigkeit zu legen. Zur hygroſkopiſchen Subſtanz wählte er ein weiches, wo möglich blondes, aber nicht krauſes Menſchenhaar, welches wegen ſeiner Fettigkeit in einer Auflöſung von 7½ Skrup. Sodaſalz in 30 Unzen Waſſer 30 Minuten lang, alsdann noch einige Minuten lang zweymal in reinem Waſſer gekocht, in kaltem abgeſpühlt und an der Luft abgetrocknet werden muß. De Sauſſüre fand, daß ein ſolches Haar ſich von dem Punkte der größten Feuchtigkeit bis zum Punkte der größten Trockenheit um 24 bis 25 Tau-

ſend-

x) Eſſais ſur l'hygrometrie. à Neufchatel 1783. 8. überſ. Verſuch über die Hygrometrie, von J. D. T. Leipzig 1784. 8.

ſendtheile ſeiner ganzen Länge ausdehne. Dieß Haar hatte er unten an einen feſten Punkt angehängt, und ſein oberes Ende um eine dünne Welle gewunden, welche einen Zeiger trug, der ihre Drehung auf einer Zifferſcheibe anzeigte. Die Spannung des Haars geſchieht durch ein Gewicht von 3 bis 4 Gran, welches an einem ſeidenen Faden in entgegengeſetzter Richtung um eben dieſe Welle gewunden war. Dieſe Einrichtung des ſogenannten Haarhygrometers fand er aber zur Fortbringung auf Reiſen ſehr unbequem, und erfand daher eine andere, welche als Reiſehygrometer dienen ſollte.

Den größten Punkt der Feuchtigkeit beſtimmt er auf folgende Art: er befeuchtet eine gläſerne Glocke inwendig überall mit Waſſer, hängt das Hygrometer darin auf, und ſetzt ſie ſo über einen Teller mit Waſſer. Verlängert ſich alsdann das Haar nach 5 bis 6 Stunden immer noch, ſo iſt es wegen der zu großen Empfindlichkeit ganz untauglich; hört es aber ſich zu verlängern auf, ſo ſteht nun der Zeiger auf dem Punkte der größten Feuchtigkeit. Geht endlich das Haar wieder zurück, ſo iſt es ebenfalls zum Hygrometer untauglich. Ueberhaupt muß dieſe Unterſuchung mit dem Haare mehrere Male in Zeitintervallen von einigen Tagen wiederholt werden, und bey jeder Wiederholung muß der Zeiger auf denſelben Punkt zeigen. Den Punkt der größten Trockenheit beſtimmt er alſo: er trocknet die Luft unter einer gläſernen Glocke mit einem Bleche, welches bis zum Glühen erhitzt iſt, worauf ein Pulver zu gleichen Theilen Salpeter und rohem Weinſtein verpufft hat, und das daraus entſtandene beſtändige Laugenſalz mit dem Bleche zugleich eine Stunde lang im Glühen erhalten iſt. Dieſes Blech, welches wie

ein halber Cylinder geformt iſt, wird ſo heiß, als ohne Zerſprengung der Glocke möglich iſt, unter ſelbige gebracht, das Hygrometer hineingehangen, und die Communication mit der äußern Luft am untern Rande durch Queckſilber abgeſchnitten; hierauf läßt man alles ſich abkühlen. Das Zeichen der vollkommenſten Trockenheit iſt dieſes, daß ſich das Haar durch die Wärme verlängern muß. Ein ganz völlig trockenes Haar wird, wenn die Wärme 1 Grad Aenderung leidet, um 19 Milliontheile ſeiner ganzen Länge ausgedehnt. Uebrigens wird die Theilung, welche vom Punkte der größten Trockenheit bis zum Punkte der größten Feuchtigkeit geht, entweder in Grade des Kreiſes, oder in 100 Theile des Raums gemacht.

Durch ſorgfältig angeſtellte Verſuche fand de Sauſſüre, daß 1 Cubikfuß Luft, bis auf den 8ten Grad ſeiner Skale ausgetrocknet, bey 14 bis 15 Grad Temperatur, nicht mehr als 11 Gran Waſſer in ſich nehmen könne, und meint dabey, daß dieſe Menge Waſſer in der freyen Luft noch geringer ſey. Gieng die Luft bey 14 bis 15 Grad Wärme von der größten Trockenheit bis zur höchſten Feuchtigkeit über, ſo nahm ihre Elaſticität um $\frac{1}{54}$ zu, und das Manometer ſtieg darin von 27 Zoll bis 27 Zoll 6 Linien. Durch dieſe Beſtimmungen zeigt er nun, wie man die abſolute Quantität des in der Luft anzutreffenden Waſſers finden könne, nimmt aber auch dabey auf den Grad der Wärme Rückſicht, weil die nämliche Luft bey anderer Wärme eine ganz andere Wirkung auf das Hygrometer hat. Zuletzt geſteht er, daß ſeine Verſuche doch noch nicht vollkommen genug ſind, und noch mehrerer Berichtigung bedürfen.

Das Haarhygrometer de Sauſſüre's hat der Mechanikus Riche in Paris [y]) ſo abgeändert, daß ſtatt eines einzigen Haars 8 mit einander verbunden werden, welche ihre Kräfte nach oben zu in einen einzigen Punkt vereinigen. Auf ſolche Art ſoll die Reibung des Zapfens, welcher den Zeiger trägt, beſſer, als durch ein einziges Haar, überwunden werden.

Delüc [z]) machte viele Einwürfe gegen die Beſtimmung der feſten Punkte, und überhaupt gegen die Brauchbarkeit des Menſchenhaars zum Hygrometer. Er glaubte, die größte Feuchtigkeit müßte nothwendig durch völlige Einſenkung in Waſſer beſtimmt werden; und zur Austrocknung der Luft hält er den Gebrauch des Kalks für weit beſſer.

Im Jahre 1783 gab die churpfälziſche Akademie der Wiſſenſchaften zu Mannheim eine Preisfrage auf, welche die Verfertigung übereinſtimmender Hygrometer betraf. Dieſen Preis erhielt Chiminello, Aſtronom zu Padua, welcher einen Federkiel, der mit Queckſilber gefüllt iſt, zum Hygrometer vorſchlägt, den Punkt der größten Feuchtigkeit durch Einſenkung in Waſſer beſtimmt, und den andern feſten Punkt durch Ausſetzung des Inſtruments an die Sonne bey einer mittleren Trockenheit der Atmoſphäre, und bey 25 Grad Wärme nach Reaum. zu erlangen glaubt [a]).
Auch

y) Lettre de M. *Sage* à M. *de la Metherie* &c. im Journal de phyſique. 1789. p. 58. überſetzt in Gren's Journal der Phyſik. B. I. S. 150 f.

z) Neue Ideen über die Meteorologie. Th. I. Cap. 3. S. 27.

a) Richerche ſulla comparabilita dell' Igrometro, memoria del *Chiminello* &c. Traduzione dal Franzeſe, cavata dal giorn. encycl. di Vicenza. Vicenza 1785. 8. S. 81.

Auch bringt er noch in dem Anhange zu dieſer Preisſchrift b) verſchiedene Einwürfe gegen die Einrichtung des Haarhygrometers des Hrn. de Sauſſüre, gegen die Beſtimmung der feſten Punkte und den Gang deſſelben bey.

Der P. Jean Baptiſte zu Vicenza hat zum hygroſkopiſchen Körper einen Streifen von Goldſchlägerblaſe vorgeſchlagen, welcher beynahe eben ſo wie das Haar bey de Sauſſüre angebracht iſt. Uebrigens verfährt er eben ſo wie de Sauſſüre, den Punkt der Feuchtigkeit zu beſtimmen; den andern feſten Punkt aber ſucht er durch Ausſetzung des Werkzeugs an eine bis 50 Grad Reaum. erhitzte Luft in einem verſchloſſenen Gefäße. Er meint dadurch ein weit beſſeres und nicht ſo theures Hygrometer als das von de Sauſſüre zu erhalten.

De Sauſſüre hat ſich gegen dieſe drey Gegner, und beſonders gegen de Lüc oft mit Bitterkeit vertheidigt c). Er glaubt, daß alle die Fehler, welche man an den Haarhygrometern wahrgenommen habe, bloß daher rührten, weil man dazu ſchlechte und verwerfliche Haare genommen. Das Fiſchbein, welches de Lüc zur hygroſkopiſchen Subſtanz vorgeſchlagen habe, hält er wegen der zwiſchen ſeinen Faſern enthaltenen ſchleimigen Materie für verdächtig, und ſchließt aus de Lüc's eigenen Verſuchen, daß die Luft bereits ſchon mit Feuchtigkeit geſättigt ſey, wenn das Fiſchbeinhygrometer erſt 80 bis 81 Grad zeige.

Allein

b) Opuſculi Scelti di Milano. Tom. IX. p. 1.

c) Defenſe ſur l'hygromètre à cheveu in *Rozier* Journal de phyſ. Janv. et Fevr. 1788. p. 24 ſq.

Allein de Lüc fand nach vielen neuen und wiederholten Verſuchen, daß überhaupt alle Fäden und das Menſchenhaar bey weitem keinen regelmäßigen Gang nehmen. Bey dieſen Verſuchen zeigten Streifen von Tannenholz, Federkiel, Fiſchbein u. ſ. f. ſenkrecht auf die Richtung der Längenfaſern ausgeſchnitten, in ihrem Gange Regelmäßigkeit, da Fäden von den nämlichen Materien nach der Länge der Faſern genommen den Streifen bey gleicher Feuchtigkeit gar ſehr voreilten, den Grad der größten Feuchtigkeit viel zu früh erreichten, und bey zunehmender Feuchtigkeit des Mediums wieder zurückkamen, wie folgende Tabelle zeigt:

	Fiſchbein		Fiſchbein	
	Streifen	Fäden	Streifen	Fäden
größte Trockenh.	0	0,0	55	88,8
	5	12,1	60	91,3
	10	30,1	65	93,6
	15	41,1	70	95,6
	20	51,1	75	97,6
	25	59,1	80	98,6
	30	65,6	85	99,6
	35	71,1	90	100,1
	40	76,5	95	100,5
	45	81,8	100	100 größte Feucht.
	50	85,8		

De Lüc hat die Urſache der Unregelmäßigkeit des Gangs der Fäden ſehr ſcharfſinnig zu entwickeln geſucht, und daraus den Zurückgang der Fäden beym größten Grade der Feuchtigkeit, welche ſchon lange vorher ihren Einfluß äußert, erklärt. Uebrigens ſucht er ſeine Theorie durch ſehr viele Verſuche mit Streifen

und

und Fäden zu beſtätigen, wobey Veränderung der Länge mit Veränderung des Gewichts verglichen wird, und gibt mehrere Thatſachen an, welche zu erweiſen ſcheinen, daß ſein vorgeſchlagenes Fiſchbeinhygrometer vor allen andern den Vorzug verdient.

Sein Fiſchbeinhygrometer beſteht aus einem dünnen Streifen von Fiſchbein, welcher nach der Queere der Faſern geſchnitten iſt. Dieſer Streifen iſt am obern Ende in eine Art von Zange aus breit geſchlagenem und gekrümmtem Drathe gefaßt, und vermittelſt eines dünnen Meſſingdraths mit einem Silberblättchen verbunden, deſſen Ende durch einen Stift in der Welle befeſtigt wird, welche den Zeiger auf der Scheibe dreht. Das untere Ende des Streifen iſt an einen beweglichen Queerriegel des Geſtelles befeſtigt, welcher durch eine Schraube bewegt wird, um erſt den Zeiger zu ſtellen. An der Welle iſt ein ſpiralförmig gedrehter Goldfaden mit dem einen Ende verbunden, mit dem andern aber befeſtigt, welcher als Gegengewicht dient, und auf den Streifen als ein Gewicht von ungefähr 12 Gran wirkt. Die Achſe hat ſehr kleine Zapfen, welche in einer Vertiefung des flachen Endes zweyer Schrauben laufen. Sie iſt aus zwey Theilen von verſchiedenen Durchmeſſern zuſammengeſetzt; der Streifen wirkt auf den größern, und die Feder auf den kleinern Durchmeſſer.

Den feſten Punkt der größten Feuchtigkeit beſtimmt de Lüc durch unmittelbares Eintauchen des ganzen Werkzeugs in Waſſer, und den der größten Trockenheit in einem genau verſchloſſenen und mit friſch ausgeglühetem ungelöſchten Kalk zum Theil angefüllten zinnernen Gefäße. Die Entfernung beyder

Punkte

Punkte von einander, welche der Zeiger auf der Scheibe angibt, theilt er in 100 gleiche Theile.

Die Abweichungen des Haarhygrometers von dem de Lüc'ſchen zeigt folgende von de Lüc angeführte Tabelle. Man ſieht zugleich daraus, daß man ſich ſehr irrt, wenn man aus gleichen Angaben beyder Hygrometer auch auf gleiche Grade von Feuchtigkeit ſchließen will. In der Trockenheit zeigt das Haar weit größere Veränderungen, ſteht dagegen beynahe faſt gänzlich ſtille, wenn das Medium gegen den Punkt der größten Feuchtigkeit kommt, und wird endlich, noch ehe ſelbiger erreicht iſt, ſogar rückgängig.

	Fiſchbeinſtreif	Haar	Fiſchbeinſtreif	Haar
Trockenheit	0	0,0	55	88,4
	5	12,0	60	90,8
	10	29,9	65	92,8
	15	39,9	70	95,1
	20	50,8	75	97,1
	25	58,8	80	98,1
	30	65,3	85	99,1
	35	70,8	90	99,6
	40	76,1	95	100,0
	45	81,4	100	99,5
	50	85,4		

Aller dieſer ſehr mühſamen und mannigfaltigen Unterſuchungen ungeachtet, welche die beyden Naturforſcher, de Sauſſüre und de Lüc, in Abſicht des Hygrometers angeſtellt haben, hat man doch noch die Gründe der Hygrometrie, welche ſie aufgeſtellt haben, ſehr ſchwankend gefunden, und daraus den Schluß gezogen, daß die Folgen, die ſie daraus herleiten, nicht überall ſtatthaft ſind. Vorzüglich hat Zylius [d]) dieſe

d) Prüfung der neuern Theorie de Lüc's vom Regen, und

dieſe Gründe geprüft, und ſie bey weitem nicht allgemein richtig befunden. Es iſt zu bemerken, daß nur das liquide Waſſer feuchtmachend iſt, nicht aber das feſte oder Eis, ſo wie auch nicht das dampfförmige. Es bezieht ſich alſo Feuchtigkeit nur auf das Anziehen des liquiden Waſſers an einem Körper, und das Waſſer hört auf feuchtmachend zu ſeyn, wenn es zu Eis oder Dampf wird. Wenn das eine von zwey übereinſtimmenden Hygrometern in einem ſtark geheitzten Zimmer ſteht, deſſen Luft mit dem elaſtiſchen Waſſerdampfe vermiſcht iſt, und ſeine hygroſkopiſche Subſtanz die Temperatur des Zimmers hat, ſo kann das andere, deſſen hygroſkopiſche Subſtanz kalt iſt, beym Hereinbringen ins Zimmer ſogleich große Feuchtigkeit anzeigen, während das erſtere einen ziemlichen Grad von Trockenheit zeigt, weil das andere bloß als kalter Körper den Waſſerdampf zerſetzt. Daraus hat man geſchloſſen, daß die Wirkung des Hygrometers gar ſehr eingeſchränkt, und für die Meteorologie bey weitem nicht ſo wichtig ſey, als de Lüc ſich vorſtelle.

Außer dieſen angeführten Hygrometern ſind noch folgende Subſtanzen zu hygroſkopiſchen Körpern vorgeſchlagen worden:

Das Weltauge, von Schreber [e]); eine vom Grafen de la Guerrande an den nördlichen Küſten gefundene Art von Meergras (fucus, alga marina) [f]); ein

und ſeiner daraus abgeleiteten Einwürfe gegen die Auflöſungstheorie. Berlin 1795. 8.

e) Das Weltauge, ein Hygroſkop, von Schreber; im Naturforſcher. St. 19. Halle 1783.

f) Gothaiſches Magazin für das Neueſte ꝛc. B. III. St. 2. S. 159.

ein Streifen von Mahagonyholz, von Franklin [g]); der Darm des Seidenwurms, von Casbois, den man gewöhnlich zum Ende der Angelſchnuren braucht.

Auch hatte der Abbé Manu [h]) den Gedanken, die Feuchtigkeit der Luft durch die Größe der Wirkung der Elektriſirmaſchinen abzumeſſen.

Lüdike [i]) hat in einer Reihe von Jahren eine Menge Beobachtungen mit dem Haarhygrometer des Hrn. de Sauſſûre und dem Steinhygrometer des Hrn. Lowitz angeſtellt, und zugleich einen neuen Mechanismus für beyde Hygrometer angegeben. Bey Vergleichung des Ganges beyder Hygrometer fand er beträchtliche Unterſchiede in denſelben. Alle ſeine Beobachtungen ſchienen zu beſtätigen, daß das Haar die Feuchtigkeit langſamer, und bey höhern Wärmegraden weit ſtärker fahren laſſe, als der Stein. Außerdem vermuthet Lüdike, daß noch eine andere veränderliche Eigenſchaft des Haars, vielleicht die Elaſticität der Faſern, in Betrachtung gezogen werden müſſe. Sonſt geſteht er dem Steinhygrometer wegen ſeines weit regelmäßigern Ganges den Vorzug vor dem Haarhygrometer zu. Die Wirkung der Wärme, daß ſie auch die in dem Steine enthaltene Feuchtigkeit verflüchtige, leide der Stein mit allen Körpern, und alſo auch mit der Luft gemeinſchaftlich. Ob

g) Tranſact. of the American Society of Philadelphia. T. II. Lond. 1786. 4.

h) Mémoir. ſur un nouveau principe d'hygrometrie par M. l'Abbé *Manu* in den Comment. Acad. Theodor. Palat. Vol. VI. Claſſis phyſica. Mannhem. 1790. 4. n. 4. p. 72 f.

i) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. I. S. 282.

Ob aber die Feuchtigkeit bey einem höhern Grade der Wärme den Stein eher oder ſpäter verlaſſe, als die Luft, und ob daher das Steinhygrometer bey jeder Wärme die in der Luft befindliche Feuchtigkeit beſtimmt anzeige, dieſes ſey, ſo viel er wiſſe, noch nicht ausgemacht. So viel erhelle zwar aus ſeinen Verſuchen, daß die Feuchtigkeit den Stein ſchneller verlaſſe, als das Haar; daß das Steinhygrometer bey veränderter Wärme nicht ſo unveränderlich ſey, als das Haarhygrometer, und daß beyde feſte Punkte des Steinhygrometers bey 8 bis 10 Grad Veränderung in der Wärme nicht veränderlich wären. Allein demungeachtet bleibe noch zu unterſuchen übrig, ob die größten in der Luft vorkommenden Veränderungen der Wärme auf die feſten Punkte dieſes Hygrometers einen Einfluß haben; wie groß derſelbe, und um wie viel er größer bey dem feuchten als bey dem trockenen Punkte ſey; und ob man vermittelſt dieſes Hygrometers die in 1 Cubikfuß enthaltene Feuchtigkeit entweder ſogleich aus dem beobachteten Grade der Feuchtigkeit, oder erſt vermittelſt einer Correctionstafel beſtimmen könne? Alle dieſe Fragen müßten erſt ausgemacht werden.

Hochheimer [k]) meinte beobachtet zu haben, daß das Lowitz'ſche Hygrometer die einmal angezogene Feuchtigkeit nicht in dem Maaße wieder von ſich gebe, als die Atmoſphäre trockener werde; daß es folglich bisweilen ſehr trügeriſch ſey, und Feuchtigkeit angeben könne, wo es auf ſchon wieder erfolgte Trockenheit der Luft deuten ſollte. Er thut daher folgenden Vorſchlag zu einem verbeſſerten Hygrometer. Man nehme ein vierkantiges Stahlſtäbchen, ungefähr 2 Linien dick und

k) Leipziger ökonomiſche Hefte. B. VIII. Heft 5. 1798.

und 10 bis 12 Zoll lang, und aptire ſolches zu einer Art von Schnellwage, ſo daß der eine Arm ſich in eine Schraube endigt. In dieſe wird eine Bleykugel von ſchicklicher Größe ſtatt des ſonſt gewöhnlichen Aufhängegewichts eingeſchraubt.

An den andern Arm der Wage hängt man eine auf beyden Seiten matt geſchliffene Glastafel, die ungefähr 10 Zoll lang und 7 Zoll breit ſeyn kann, nachdem man ſie zuvor durch Reiben mit warmer Aſche von aller Feuchtigkeit befreyt hat, und bringt ſie durch Auf- oder Abſchrauben der Bleykugel ins Gleichgewicht. Der Ort, bis zu welchen die Bleykugel hin geſchraubt iſt, bezeichne man auf das genaueſte, als den Stand der größten Trockenheit.

Hierauf nehme man die Glastafel wieder ab, tauche ſie über und über in Waſſer, gebe ihr einen Schwung, daß die Tropfen davon ablaufen, und wiſche dieſe unten am Rande ab. So angefeuchtet bringe man ſie wieder an die Wage, ſtelle dieſe vermittelſt des Drehens der Bleykugel wiederum ins Gleichgewicht, und bezeichne hier ebenfalls den Ort, wo die Bleykugel ſteht, als den höchſten Grad der Feuchtigkeit.

Dieſe Wage hänge man alsdann in einem Käſtchen von trockenem Holze auf, welches geräumig genug iſt, daß die Glastafel darin auf und ab gehen kann. Der Deckel des Käſtchens wird ſo weit und nicht weiter ausgeſchnitten, daß die Zunge der Wage ſich gerade frey hin und her bewegen kann. Der Zunge parallel bringt man einen Gradbogen an, und theilt ihn, von der größten Trockenheit an bis zur höchſten Feuchtigkeit, in eine beliebige Anzahl von Gra-

den ein. Auf allen 4 Seiten iſt das Käſtchen zum Durchzuge der Luft mit einigen kleinen Löchern verſehen. Auch läßt ſich die Zunge an dem einen Arme, und der Gradbogen an der Seite des Käſtchens anbringen.

Lüdike[1]) bemerkt, daß dieß von Hochheimer vorgeſchlagene Glashygrometer in vielen Rückſichten ſehr brauchbar und bequem ſeyn würde, wenn die Wärme und Kälte keinen ſo großen Einfluß auf daſſelbe hätte. Er dürfe nur hierbey die Glasgeräthe der Mitglieder der Florentiner Akademie und der Herren Fontana und le Roy in Erinnerung bringen, wo man ſich der Kälte bediente, um das Anſchlagen der Dünſte an das Glas zu bewirken. Die matt geſchliffenen Glasflächen könnten zwar zur gleichförmigen Verbreitung der Dünſte, und vielleicht noch in anderer Abſicht dienlich ſeyn; aber auf das Anſchlagen der Dünſte könnten ſie keinen Einfluß haben; dieß geſchehe nur alsdann, wenn das Glas kälter als die Luft ſey. Da nun das Glas ein viel ſchlechterer Wärmeleiter als die Luft ſey, folglich die Wärme ſpäter annehme und verliere, als die Luft; ſo könne es zwar einiger Maaßen als Hygrometer dienen, wenn die Luft nach und nach wärmer werde; wenn aber die Wärme der Luft abnehme, ſo werde das Glas immer noch etwas wärmer als die Luft ſeyn, und würden ſich keine Dünſte anſchlagen, ſo viel auch deren in der Luft befindlich wären. Wollte man ja annehmen, oder ſollte es ſich auch beſtätigt finden, daß die in dem Glaſe befindliche Potaſche einige Feuchtigkeit einſauge; ſo würden dennoch die ſehr anſehnlichen Abweichun-

1) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. II. S. 70 f.

weichungen, welche in beyden Fällen von der Wärme und Kälte hervorgebracht werden, das Glashygrometer entweder ganz unbrauchbar machen, oder man würde es nur mittelſt einer mühſamen Correctionstafel gebrauchen können.

Da der aſtrachaniſche Hygrometerſchiefer ſehr ſelten zu bekommen iſt, und daher gewöhnlich theuer bezahlt wird, ſo gab ſich Lüdike Mühe, eine Maſſe zu entdecken, aus welcher er dergleichen Steine von beliebiger Geſtalt und Größe formen könnte. Nach vielen Proben iſt er endlich auch ſo glücklich geweſen, eine ſehr feine Erdart zu finden, welche bey gehöriger Arbeit einen Stein gibt, der die Feuchtigkeit ſehr ſtark einſaugt, die Erhitzung noch ſicherer verträgt, und noch etwas feſter iſt, als der aſtrachaniſche Stein.

Durch eine von D. Hutton entworfene Theorie des Regens wurde John Leslie veranlaßt, ein neues Hygrometer aufzufinden. Er ſagt, man habe die Verwandtſchaft der Luft zur Feuchtigkeit, in ſo fern ſie durch die Wärme verſchiedentlich modificirt werde, bald als ein wichtiges Agens in der Oekonomie der Natur erkannt; nur habe es an Mitteln gefehlt, den jedesmaligen Zuſtand der Atmoſphäre in dieſer Hinſicht zu beſtimmen. Bey der Unvollkommenheit, faſt möchte er ſagen, der gänzlichen Untüchtigkeit der Inſtrumente, die man bisher zu dieſem Zwecke erdacht habe, habe er ſich bald überzeugt, daß ſich ihre Einrichtung auf willkürliche Annahmen, ja auf ganz irrige Hypotheſen ſtütze. Er habe daher alle die Kunſtmittel aufgegeben, durch die man bisher zu Hygroſkopen zu gelangen ſuchte, und nach andern Grundſätzen geforſcht, immer, wo möglich, auch in dieſem Theile mathematiſche Genauigkeit einzuführen,

durch welche allein ſich wahre Wiſſenſchaft begründen laſſe. Hierzu ſchien es ihm die beſten Ausſichten zu verſprechen, wenn man vorher eine Prüfung von dem allen anſtelle, was vorgehe, wenn die Luft auf eine feuchte Oberfläche einwirkt.

Es ſey bekannt, daß ſie Verdünſtung erzeuge; aber die Natur dieſes Prozeſſes und die wahren Bedingungen, welche dieſe Wirkung beſtimmen, ſey noch nicht erforſcht. Waſſer, welches der freyen Luft ausgeſetzt werde, leide durchs Verdunſten einen fortdauernden Verluſt, müſſe alſo auch beſtändig einen entſprechenden Antheil Wärme verlieren, und die Temperatur der feuchten Maſſe müßte ſich auf dieſe Art fortſchreitend und ohne Grenzen vermindern. Dieſes ſey aber nicht der Fall, da die erzeugte Kälte eine gewiſſe Grenze nicht überſchreite. Offenbar müſſe alſo die verdunſtende Maſſe zuletzt aus einer andern Quelle wieder Wärme empfangen, und zwar in eben dem Grade, wie ſie ihre eigene verliert. Die Art, wie dieß geſchieht, ſey nicht ſchwer einzuſehen. Jeder Antheil Luft, der, indem er ſich mit Feuchtigkeit ſchwängere, die Oberfläche des Waſſers berührt, müſſe bis auf denſelben Grad, den dieſe beſitze, abgekühlt werden, und alſo ſein Uebermaaß an Wärme der Waſſerfläche abtreten. Da nun der immer wiederholte Wärmeverluſt des Waſſers durchs Verdunſten ſtets gleich groß ſey, ſo müſſe die Wärmemenge, welche dagegen das Waſſer aus der mit Feuchtigkeit ſich ſchwängernden Luft erhalte, beſtändig zunehmen, bis endlich dieſe Zunahme jenem Wärmeverluſte das Gleichgewicht halte; da dann die Temperatur der feuchten Oberfläche ſich unverändert auf dem Punkte erhalte,

erhalte, bis zu welchem ſie bis dahin hinabgeſunken ſey. Jeder Antheil von Luft aber müſſe, indem er ſein Uebermaaß von Wärme abtrete, ſo viel Waſſer auflöſen, als zu ſeiner Sättigung gehört, mithin eine Quantität Wärme wegnehmen, welche dieſer Feuchtigkeit proportional und nöthig ſey, ſie in Gasgeſtalt und in Verbindung mit der atmoſphäriſchen Luft zu erhalten. Da dieſe beyden wirkenden Urſachen zuletzt einander gleich würden, ſo könne die eine der andern zum Maaße dienen, und folglich die durchs Verdunſten erzeugte Kälte genau die Trockenheit der Luft, und den Grad, um welchen ſie vom Sättigungspunkt abſteht, meſſen. Die Wirkung dieſes Prozeſſes hange, wie man hieraus ſehe, lediglich von der Beſchaffenheit der Luft ab, und werde durch Bewegung oder oftmaliges Erneuern der ſich berührenden Oberflächen nicht im mindeſten modificirt. Dieſe Mittel könnten nur den Zeitpunkt des Gleichgewichts beſchleunigen, gerade ſo wie Thermometer, die ihren Stand ändern, im Winde eher als bey ſtiller Luft auf den gehörigen Grad kämen, ohne daß dieſer in beyden Fällen verſchieden wäre.

Auf was für eine Art auch der Prozeß des Verdunſtens vor ſich gehen möge, ſo bleibe der Hauptſchluß immer richtig, wenn man nur zugebe, daß das Zuführen der Wärme und das Auflöſen der Feuchtigkeit gleichzeitige Wirkungen ſind. Selbſt, wenn man es als möglich annehmen wollte, daß die Luft in völliger Ruhe um die feuchte Maſſe ſchwebend bliebe, und die Feuchtigkeit ſich durch die an einander gränzenden Schichten derſelben durchzöge, bliebe das Reſultat unverändert, ſo fern nur die Wärme ſich durch daſſelbe

Medium fortpflanze. In der That aber werde die Luft, ſo wie ſich ihre Elaſticität beym Aufnehmen der Feuchtigkeit vermehre, ſchnell von einer andern Luftportion, die an ihre Stelle trete, verdrängt, und ſo eine beſtändige Circulation in der Luft bewirkt.

Um die Trockniß oder Feuchtigkeit der Luft zu erfahren, habe man daher weiter nichts nöthig, als die Temperaturveränderung einer iſolirten, von allen Seiten der Verdunſtung ausgeſetzten Waſſermaſſe zu beobachten.

Die Zunahme der Elaſticität der Luft, wenn ſie Feuchtigkeit auflößt, bot ihm ein anderes Hülfsmittel dar, den Grad ihrer Feuchtigkeit zu beſtimmen. Ihre Elaſticität zu meſſen, dazu diente ihm ein einfaches Inſtrument, welches ſeinem Endzwecke aufs vollkommenſte entſprach.

Im Winter 1795 hatte er Gelegenheit, Verſuche über die Verdunſtung des Eiſes und über die Kälte, die dabey entſteht, anzuſtellen. Statt das Thermometer in einem Eisklumpen zu befeſtigen, bedeckte er die Kugel deſſelben mit einer Eiskruſte, indem er ſie wiederholt mit Waſſer beſprengte und dieſes frieren ließ; zugleich war in derſelben Lage ein zweytes correſpondirendes Thermometer mit unbedeckter Kugel angebracht. Mit Erſtaunen bemerkte er, wie ſchnell und gleichmäßig der Unterſchied in dem Stande beyder ſein Maximum erreichte, indem die Verdunſtung eines kleinen Eishäutchens hinreichend war, die ganze Maſſe des eingeſchloſſenen Queckſilbers bis auf den feſten Grad zu erkalten. Bedenke man indeß, wie viel außerordentliche Wärme dazu gehöre, einen verhältnißmäßig nur kleinen Theil einer verdunſtbaren Subſtanz

ſtanz in Gasgeſtalt umzuwandeln, ſo werde dieſes begreiflich.

Da nach dem Vorigen zwey Thermometer, die mit irgend einer expanſibeln Flüſſigkeit, es ſey mit Queckſilber oder Alkohol oder Luft, angefüllt ſind, wenn die Kugel des einen benetzt werde, während die der andern trocken bleibe, durch die Verſchiedenheit ihres Standes die Beſchaffenheit der Luft in Anſehung der Feuchtigkeit angäben; ſo ſchien ihm zu einem vollkommenen Hygrometer weiter nichts nöthig zu ſeyn, als zwey correſpondirende Thermometer ſo mit einander zu verbinden, daß ſie weiter nichts als den Unterſchied in ihrer Temperatur anzeigten. Er kam daher auf den Gedanken, zwey hohle Glaskugeln mittelſt einer engen Röhre mit einander zu verbinden, und in dieſe ein wenig von einer gefärbten Flüſſigkeit zu füllen. Ohne Dazwiſchenkunſt einer beſondern Urſache muß dieſe Flüſſigkeit in Ruhe beharren; denn wenn die Temperatur, mithin auch die Elaſticität der Luft, in beyden Kugeln dieſelbe iſt: ſo muß der Druck beyder auf die Flüſſigkeit ſich genau das Gleichgewicht halten. Wenn aber durch die Einwirkung der äußern Luft auf die befeuchtete Oberfläche der einen Kugel die Luft in dieſer kälter wird: ſo muß nun vermöge der größern Elaſticität der wärmern Luft in der andern Kugel die Flüſſigkeit nach jener zu gedruckt werden, ſo daß es nun möglich ſeyn wird, die durch das Verdunſten bewirkte Erniedrigung der Temperatur durch die Annäherung der Flüſſigkeit an die erſtere Kugel zu meſſen.

Noch kam es darauf an, eine gefärbte Flüſſigkeit aufzufinden, die ihre Farbe unverändert beybehielt, und die bey keiner Veränderung der Temperatur weder durch Aufnehmen noch Abtreten von Feuchtig-

keit der durch ſie verſchloſſenen Luft modificirt würde. Hierzu bediente ſich Leslie des Waſſerſtoffgas.

Das Hygrometer des Hrn. Leslie ſelbſt hat folgende Einrichtung. An das eine Ende einer dünnen, 4 bis 8 Zoll langen, durchgängig gleich weiten Röhre von $\frac{1}{30}$ bis $\frac{1}{60}$ Zoll Durchmeſſer, wird eine Kugel von ſchwarz, blau oder grün gefärbtem Glaſe, $\frac{4}{10}$ oder $\frac{6}{10}$ Zoll im Durchmeſſer, angeblaſen, und die Röhre ſo einwärts gebogen, daß der hinterſte Theil der Kugel in gerader Linie mit der ihr zunächſt liegenden geradlinigten Seite der Röhre ſteht. Eine zweyte etwas kürzere Röhre, die mit der vorigen eine gleiche oder eine etwas größere Oeffnung hat, wird an dem einen Ende ſo cylinderförmig erweitert, daß dieſes cylindriſche Behältniß gerade ſo viel von einer Flüſſigkeit in ſich faßt, als die ganze erſte längere Röhre, und über dieſe Erweiterung wird ebenfalls eine Kugel von gleicher Größe mit der vorigen, aber von weißem klaren Glaſe angeblaſen. Am entgegengeſetzten Ende werden beyde Röhren etwas erweitert, damit man ſie hier deſto leichter an einander ſchmelzen könne. Dann füllt man die Kugeln mit Waſſerſtoffgas, taucht darauf die kürzere Röhre in eine mit Carmin gefärbte Potaſchenauflöſung, und treibt aus ihr mittelſt der Wärme der Hand einige Blaſen Waſſerſtoffgas, ſo daß ſie ſich beym Abkühlen mit einer gehörigen Menge von Potaſchenlauge füllt. Die offenen Röhren werden hierauf vor dem Löthrohre geradlinig an einander geſchmolzen. Das ganze Inſtrument wird dann in einem verſchloſſenen Zimmer an die gefärbte Kugel aufgehängt, an die längere Röhre wird eine Interimsſkale befeſtigt, und die untere Kugel in ein Gefäß mit Waſſer getaucht. Gießt man kaltes Waſſer zu, ſo fällt die

obere

obere Fläche der Flüſſigkeit bis nahe an den Punkt, wo die beyden Röhren zuſammengeſchmolzen ſind; gießt man dagegen warmes hinzu, ſo ſteigt ſie bis nahe an die obere Kugel. Der Unterſchied dieſer beyden Temperaturen, die durch ein Thermometer gemeſſen werden, und wonach der von der Flüſſigkeit in der Röhre durchlaufene Raum eingetheilt wird, gibt die Größe eines Grades. Leslie bediente ſich hierbey der Celſiusſchen Skale, ſo daß alſo jeder Grad des Hygrometers dem tauſendſten Theile des Zwiſchenraums zwiſchen dem Gefrier- und Siedpunkte entſpricht. Darauf wird die ganze Flüſſigkeit in eine der Kugeln zurückgetrieben, und die kürzere Röhre an der Flamme eines Lichts allmählig gebogen, bis ihre Kugel die innere Seite der längern Röhre berührt, ſo daß ſie ¾ Zoll weit unterhalb der erſten etwas herabgebeugten Kugel zu ſtehen kommt. Zuletzt theilt man die Skale ab, welche wenigſtens von 50° bis 150° gehen muß, und klebt ſie mit einer Miſchung aus Colophonium und Wachs zwiſchen den beyden Röhren feſt.

Um das Inſtrument zu adjuſtiren, treibt man Luft aus einer Kugel in die andere, bis die Oberfläche der Flüſſigkeit am Anfangspunkte der Skale ſteht.

Dieſes Inſtrument zeigt nach Leslie's Behauptung nicht bloß die Trockniß der Luft an: es ſetzt uns auch in den Stand, die abſolute Quantität Feuchtigkeit zu beſtimmen, welche die Luft einzuſaugen vermag. Denn bey Verwandlung des Waſſers in Dampf werden 524 Grad Wärme der 100 grad. Skale verſchluckt; und da die Verdünſtung in ihren Wirkungen dieſem Prozeſſe ſo ganz analog iſt, ſo kann man annehmen, daß auch bey ihr dieſelbe Wärmemenge verſchluckt werde. Hätte daher die Luft mit dem Waſ-

ſer

ſer gleiche Capacität für Wärme, ſo würde ſie für jeden Grad des Hygrometers ſo viel Wärme abſetzen, als ſie dem Waſſer beym Auflöſen einer Menge von Feuchtigkeit, die $\frac{1}{5240}$ſtel ihres Gewichts beträgt, entzieht. Die Capacität der Luft verhält ſich aber zu der des Waſſers wie 11 zu 6, und nach dieſem Verhältniſſe müſſe folglich die Verdünſtung ſich vermehren, um dieſelbe Wirkung hervorzubringen. Hieraus könnten wir ſchließen, daß für jeden Hygrometergrad die Luft, um völlig mit Feuchtigkeit geſättigt zu werden, $\frac{11}{6} \cdot \frac{1}{5420}$ oder $\frac{1}{2858}$ ihres Gewichts Waſſer auflöſen müßte.

Uebrigens bemerkt Leslie, daß, ſtrenge genommen, die Grade dieſes Hygrometers nicht die Trockniß der Luft in ihrer jedesmaligen Temperatur meſſen, ſondern nur in Beziehung auf die Nichttemperatur der naſſen Kugel, bey welcher die Gradation gemacht wurde. Da indeß das Geſetz bekannt ſey, nach welchem bey zunehmender und abnehmender Wärme das Vermögen der Luft, Feuchtigkeit aufzulöſen, ſich ändere; ſo ſey es leicht, aus der bekanuten Trockniß der Luft in Beziehung auf eine Temperatur, ſie in Beziehung auf jede andere Temperatur zu bringen.

Mit Hülfe dieſes Inſtruments hat Leslie eine Menge meteorologiſcher Beobachtungen geſammelt, und die Natur des Thaues, ſeine Erzeugung und ſeine ſonderbare Wirkung auf die Metalle, auf Glas und Vegetabilien erforſcht. Was aber noch wichtiger iſt, ſo hat er damit die Grade der Anziehung der Luft von Feuchtigkeit nach Verſchiedenheit ihres Drucks und ihrer Wärme ſorgfältig beſtimmt, und dieſe Unterſuchung auch auf die übrigen Gasarten ausgedehnt, wobey

wobey es ihm geglückt iſt, die Reſultate auf wenige und einfache mathematiſche Sätze zurück zu bringen.

Lüdike [m]) hat eine Vergleichung dieſes Leslieſchen Thermohygrometers mit dem Haar und Steinhygrometer unter der Dunſtglocke angeſtellt. Er wählte zwey Spiritus-Thermometer mit ſehr feinen Röhren, welche mit ſchwefelſaurer Indigoauflöſung gefüllt, und deren Grade ſo groß waren, daß jeder in zehn Theile getheilt werden konnte. Die Röhre des einen war in der Nähe der Kugel hinlänglich krumm gebogen, damit deſſen Kugel unter die Kugel des andern Thermometers gerichtet werden konnte. Beyde Thermometer hatte er in ſehr vielen Graden mit einem Queckſilberthermometer ſowohl, als unter ſich ſelbſt verglichen. Die untere Kugel an der krummen Röhre hatte er mit feinem Druckpapier belegt, und das ganze Inſtrument war mit einem Fuße verſehen, damit es unter die Dunſtglocke geſtellt werden konnte.

Das hierbey gebrauchte Haarhygrometer hatte den feuchten Punkt im $33\frac{3}{4}$ Grad bey 14 Grad Wärme, und der trockene Punkt war ohngefähr — 6.

Der feuchte Punkt des Steinhygrometers fiel in den 46ſten Grad, und der trockene in 0. Das Queckſilberthermometer hatte die Reaumürſche Eintheilung.

Das vorzüglichſte Reſultat ſeiner Verſuche war dieſes, daß das Haarhygrometer die höchſte Feuchtigkeit der Luft 5 Stunden früher, und das Steinhygrometer ungefähr 2 Stunden ſpäter als das Leslieſche zeigte; indeſſen ſchien das Steinhygrometer mit dem letztern viel übereinſtimmender zu ſeyn, als das Haarhygrometer.

Endlich

m) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. X. S. 110 f.

Endlich bemerkte Lüdike, daß ſein hier gebrauchtes Thermohygrometer noch Unvollkommenheiten beſitze, und ſchlägt daher eine andere Einrichtung vor.

Noch behauptet Parrot [n]), daß, ſo große Mühe man ſich auch gegeben habe, die Hygrometrie auf feſte Grundſätze zu bringen, dieſe doch gänzlich umgearbeitet werden müſſe, und daß man nur auf ſehr wenige ihrer Data bauen dürfe. Nach Parrot finden nämlich zweyerley Ausdünſtungen und Niederſchläge ſtatt: die phyſiſchen und chemiſchen (M. ſ. Th. VII. S. 484 f.). Bey uns gebe es unter dem Gefrierpunkte des Waſſers keine phyſiſche Dünſte, keine Ausdünſtung und keinen Niederſchlag, jeder Nebel in dieſer Temperatur ſey Verminderung des Sauerſtoffgehalts. Dagegen gehen die Prozeſſe der chemiſchen Ausdünſtung unter allen bekannten Temperaturen vor ſich. Nun frägt Parrot: was iſt Hygrometrie? Wie wird ſich dieſe Wiſſenſchaft durch die Labyrinthe der mannigfaltigen Spiele dieſer beyden Prozeßgattungen winden? Die einzige Aufgabe, die Quantität und Qualität des in einer gegebenen Luftportion enthaltenen Waſſers zu beſtimmen, könne aber jetzt aufgelößt werden.

Das in der Luft vermöge der chemiſchen Ausdünſtung enthaltene Waſſer ſey in der Geſtalt einer beſtändig elaſtiſchen Flüſſigkeit da, von jedem bekannten Drucke, von jeder bekannten Temperatur unabhängig, und könne nur durch die Zerſetzung des Sauerſtoffgas niedergeſchlagen werden; werde es aber durch jede Zerſetzung dieſes Gas.

Das

n) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. X. S. 167 f.

Das in der Luft vermöge der phyſiſchen Ausdünſtung enthaltene Waſſer ſey nicht in beſtändig elaſtiſchem Zuſtande, nicht einmal in Dampfgeſtalt da. Der Niederſchlag deſſelben erzeuge keine Volumensveränderung in der Luft. Es ſey in einem Zuſtande, der etwa die Mitte zwiſchen dem tropfbaren und dem elaſtiſchen hat. Das Waſſer ſey nicht die einzige Subſtanz, welche einen ſolchen Zuſtand annehme. Davon habe ihn ſein häufiger Umgang mit dem Phosphor überzeugt. Daß der Phosphor ſich in reinem Stickgas volatiſire, ſey, beſonders ſeit dem Göttingiſchen Streite über das Leuchten des Phosphors, bekannt; überdieß habe er durch ſein Eudiometer bemerkt, daß der Niederſchlag für ſich keine Volumensveränderung bewirke, und daß er durch Verminderung der Temperatur verurſacht werde. Man müſſe demnach annehmen, daß die Wirkung des freyen Wärmeſtoffs auf dieſe Subſtanzen ſie ſo fein zertheile, daß ihre Theile in die Zwiſchenräume der Luft aufgenommen werden könnten, und daß ſie daraus niederfielen, ſobald eine Verminderung der Temperatur oder ſonſt eine andere Urſache dieſe Zwiſchenräume enger mache.

Ob der phyſiſche Waſſerdunſt die Undurchſichtigkeit der Luft vermindere, oder ob dieſe Verminderung immer Anzeige eines Niederſchlags ſey, ſey noch nicht ausgemacht. Bey ſehr heiterer Luft bemerke man hygroſkopiſche Phänomene und Refraktionen, welche nicht leicht etwas anderm, als dem phyſiſchen Dunſte zugeſchrieben werden könnten. Indeß, was ſey heitere Luft? Wo das Inſtrument, das den Grad ihrer Durchſichtigkeit meſſe?

Die wahre Hygrometrie ſtütze ſich alſo auf die Kenntniß des phyſiſchen und des chemiſchen Dunſtes.

Hier-

Hierbey ſey zu bemerken, daß alle bisherigen Eudiometer, welche geradezu Waſſer oder doch befeuchtete Subſtanzen erforderten, zur Entdeckung der chemiſchen Ausdünſtung und ihrer Meſſung unfähig ſind, und daß das Phosphoreudiometer allein dieß leiſten könne. Daher habe die Meteorologie bis auf die Erfindung dieſes Inſtruments in einem Meere von Widerſprüchen verſunken gelegen.

Die obige Hauptaufgabe müſſe alſo auf folgende Art aufgelößt werden: einen Theil der vorgelegten Luft müſſe man mit Waſſer vollkommen ſättigen, und dann mit dem Phosphoreudiometer behandeln; einen zweyten Theil der nämlichen Luft aber, ſo wie er gegeben werde, mit dem nämlichen Inſtrumente prüfen. Der Unterſchied an der Skale des Inſtruments gebe die Menge des chemiſchen Dunſtes an, welche die vorgelegte Luft zu ihrer Sättigung gebraucht. Durch Aufhängung eines feuchten Lappens in dieſer Luft, und durch Abwägung deſſelben vorher und nachher, würde man nicht allein die Menge des noch aufgenommenen chemiſchen Dunſtes erhalten, ſondern auch des phyſiſchen. Der phyſiſche Dunſt werde durch die ſogenannten hygroſkopiſchen Subſtanzen, aber nur einiges niedergeſchlagen, da ihre wirkliche und ſcheinbare Wirkung von der Temperatur abhange. Man müſſe alſo, um den phyſiſchen Dunſt zu meſſen, zu andern Mitteln ſeine Zuflucht nehmen. Ein ſolches Mittel ſey die oben erwähnte Abwägung der Waſſermenge, welche die Luft überhaupt noch aufnehmen kann. Eine ſehr empfindliche Wage werde dieſes verrichten; aber beydes zugleich, die phyſiſche und chemiſche Ausdünſtung liefern. Da die Behandlung mit dem Phosphoreudiometer die chemiſche Ausdünſtung allein gemeſſen

meſſen habe, ſo werde die Menge des noch aufgenommenen phyſiſchen Dunſtes dem Unterſchiede der Reſultate der Wage und des Eudiometers gleich ſeyn.

Um auf die Menge des in der Luft enthaltenen phyſiſchen und chemiſchen Dunſtes aus dieſen Verſuchen zu ſchließen, müßten Fundamentalverſuche vorangegangen ſeyn, welche dieſe Mengen für den Punkt der Sättigung geben. Für den chemiſchen Dunſt ſey dieſe Arbeit ſchon angefangen. Er habe ſchon in ſeiner Theorie beſtimmt angegeben, wie groß die Menge des chemiſchen Dunſtes für einen gewiſſen Sauerſtoffgehalt geweſen ſeyn. Man müſſe nur noch durch Vervielfältigung dieſes Verſuchs mit Luft von verſchiedenem Sauerſtoffgehalte das Geſetz genauer beſtimmen, welches aus dem Sauerſtoffgehalte der Luft das Maximum ihres möglichen Gehalts an chemiſchem Dunſte anzeige. Dann werde eine genaue Abwägung der Ausdünſtung eines feuchten Lappens bis zur Sättigung das Maximum des phyſiſchen Dunſtes anzeigen. Aber dieſe Abwägung müſſe für alle Temperaturen von 0° bis 80° beſonders vorgenommen werden. Vielleicht würde eine ſolche Abwägung von 5 zu 5 Graden hinreichen, um eine Formel zu finden, mittelſt welcher man für jeden Grad und jedes Zehntheilchen eines Grades dieſes Maximum berechnen könnte, und daraus ließen ſich dann Tabellen für den praktiſchen Gebrauch verfertigen.

Dieſes wenige über die Auflöſung, der Hauptaufgabe der Hygrometrie, zeige, daß dieſe Wiſſenſchaft eine ganz neue, ſehr mühſame Behandlung erfordere, und es ſey nicht abzuſehen, daß man je mit weniger Arbeit auskommen werde; denn die Wir-

kungen der zweyerley Arten des Dunſtes ſeyen außerordentlich von einander verſchieden.

Gegen dieſe von Parrot aufgeſtellte Theorie haben Böckmann und Wrede nicht unerhebliche Einwürfe gemacht.

Wrede°) bemerkt, daß Parrot's Theorie zwar etwas Wahres zum Grunde liege; allein bey dem allen ſeyen doch viele von ihm aufgeſtellte Behauptungen ſehr wenig ſchlußgerecht, und der ganzen Theorie fehle es an gehöriger Beſtimmung der einzelnen Sätze, ſo wie manchen Begriffen an der nöthigen Beſtimmtheit. Dieß letztere treffe z. B. den Unterſchied, welchen er zwiſchen phyſiſcher und chemiſcher Auflöſung des Waſſers macht. Ohne den Thatſachen zu nahe zu treten, worauf er dieſen Unterſchied gründet, ſcheine es doch, als wenn er den Sauerſtoff ſowohl, als den Wärmeſtoff in ſeinen Einwirkungen auf das verdunſtende Waſſer zu iſolirt betrachtet habe. Es ſey gar nicht wahrſcheinlich, daß der ſogenannte freye Wärmeſtoff bey dem chemiſchen Ereigniſſe in der Atmoſphäre ſo ganz und gar keine Beziehung auf das Sauerſtoffgas, und umgekehrt haben ſollte, oder daß er ſo ganz frey und unabhängig von beſtändigen Affinitätsverhältniſſen wirken könnte. Schon ganz alltägliche Erfahrungen müßten uns auf die Vorſtellung hinführen, daß das, was wir Wärmeſtoff nennen, eine freye Materie ſey, deren Wirkungen von dem ſie jedesmal umgebenden Mittel eben ſowohl, wie die Kraftäußerungen irgend einer andern Subſtanz, chemiſch modificirt werden. Vom Rauche ſey es z. B. bekannt, daß er durch Wärmeſtoff gehoben werden müſſe, wenn er

o) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XII. S. 354 f.

er zum Schornſteine hinausgehen, und ſich in die Atmoſphäre erheben ſoll. Aber der Wärmeſtoff ſey es wahrſcheinlich nicht allein, welcher dieſe Erſcheinung bewirke, ſondern der Erfolg hänge jederzeit von dem Miſchungsverhältniſſe der atmoſphäriſchen Luft ab. Daher ſteige der Rauch bey heiterm Wetter nicht nur gerade in die Höhe, ſondern verſchwinde auch in der Luft, oder werde aufgelößt, beym Regenwetter hingegen erhebe er ſich mühſam, und werde aus der Luft niedergeſchlagen. Hierbey helfe keine erhöhete Temperatur etwas, und dieß beweiſe uns, daß der Wärmeſtoff bey ſeinen Wirkungen in der Luft durchaus von dem Geſetze der chemiſchen Miſchungen, oder von der Affinität abhange. Auch dürfe man wohl in keiner andern als in dieſer Hinſicht von einer Auflöſung des Waſſers durch Wärme ſprechen, wenn anders dieſer Ausdruck im ſtrengſten Sinne genommen werde.

Es ſcheine dieſemnach am conſequenteſten, und mit den Bertholletſchen Erfahrungen über die Geſetze der Verwandtſchaften am übereinſtimmendſten zu ſeyn, wenn man den von le Roy aufgeſtellten Begriff der Waſſerauflöſung in der Luft hier zum Grunde lege, ſo daß der Wärmeſtoff mit der Luftmaſſe gemeinſchaftlich dazu wirke, und daß der jedesmalige Wärmeſtoffgehalt den Sättigungsgrad des chemiſchen Auflöſungsmittels für das Waſſer beſtimmt. Dieß würde ſich mit den Parrotſchen Erfahrungen über die Auflöſungsfähigkeit des Waſſers in verſchiedenen Gasarten auch ſehr gut vereinigen laſſen, und daß z. B. das Salpeterſtoffgas, es möge im reinen Zuſtande oder mit Phosphor oder Kohlenſäure verunreinigt ſeyn, einen Antheil von Waſſerdunſt unaufgelößt enthalten könne, der bloß durch den freyen Wärmeſtoff ſeine Dunſtge-

ſtalt haben ſolle, weil er nämlich bey verminderter Temperatur wieder niederſchlage: damit habe es unſtreitig die nämliche Beſchaffenheit, wie mit dem erwärmten Waſſer, welches in dieſem Zuſtande fähig iſt, gewiſſe Erd- und Steinarten aufzulöſen, die bey einer niedrigen Temperatur darin ganz feſt bleiben würden. Aber kein Chemiker werde in dieſem Falle ſagen dürfen, daß die Auflöſungen hier durch den freyen Wärmeſtoff bewirkt worden ſind. Denn wenn man einen Körper, wie etwa den Thon, dem freyen Wärmeſtoffe auf trockenem Wege, d. h. wo dieſer im Luftmittel einwirkt und Gegenwirkungen oder Modifikationen erleidet, ausſetzt; ſo erfolgt etwas ganz anders, als wenn man ihn dem ſogenannten freyen Wärmeſtoffe unter Mitwirkung des Waſſers hingibt. Dort wird der Thon hart, hier flüſſig. Wie könne denn nun aber ein und derſelbe freye Wärmeſtoff ſo ganz heterogene Erſcheinungen geben, wenn er wirklich frey, d. h. von allen chemiſchen Verhältniſſen, Modifikationen und Mitwirkungen anderer Körper ganz unabhängig ſey! In der That, man ſpiele entweder mit dem Ausdrucke: freyer Wärmeſtoff, oder man laſſe es ganz außer Acht, daß kein einziger Körper im erfüllten Raume aufgeſtellt werden könne, welcher auch nur in einem einzigen Augenblicke iſolirt wirken könne.

Sey der Wärmeſtoff ſo etwas zu thun im Stande, dann gerathe die Parrotſche Theorie wirklich in Gefahr, entweder auf Widerſprüchen, oder leeren Hypotheſen ertappt zu werden: denn ſie behaupte, daß das Waſſer durch freyen Wärmeſtoff dunſtförmig oder aufgelößt werde, und daß es bey der Zerſetzung des Sauerſtoffgas aus der Atmoſphäre ſich niederſchlage. Dieſes vorausgeſetzt, würden bey der Zerſetzung des

waſſerhaltigen Sauerſtoffgas in der atmoſphäriſchen Luft beſtändig Niederſchlag und Wiederauflöſung des Waſſers zu gleicher Zeit und an demſelben Orte erfolgen, weil durch die Zerſetzung des Sauerſtoffgas nothwendig Wärmeſtoff gelößt werde, der dann zunächſt auf das oxydirte Waſſer wirken müßte. Es ſey nun freylich in dieſer neuen Hygrologie daran nicht gedacht worden; denn deßwegen behaupte ſie, die elektriſche Materie binde den gelößten Wärmeſtoff. Dieſe Behauptung ſey aber weiter nichts, als eine äußerſt gewagte Hypotheſe, da ſich durch keine Erfahrung erweiſen laſſe, daß Wärmeſtoff durch elektriſches Fluidum gebunden werde.

Um die Größe der Ausdünſtung in verſchiedenen Jahrszeiten zu beſtimmen, haben ſich vorzüglich in dieſem Zeitraume de Cotte und de Sauſſûre mit Verſuchen dieſer Art beſchäftigt. De Cotte [p]), welcher hierzu ganz verſchiedene kubiſche Gefäße von verſchiedenem Inhalte wählte, fand die Größen der Ausdünſtung in ganz verſchiedenen Verhältniſſen.

De Sauſſûre [q]) beobachtete auch, daß ein Quadratſchuh Waſſerfläche auf einem trockenen Boden ſtärker ausdünſtet, als wenn er mitten auf einen Teich oder See gebracht wird. Ueberhaupt ſchienen alle Beobachtungen auf folgende Regeln hinzuweiſen, wenn man nur einiger Maaßen die Größe der Ausdünſtung ziemlich genau beſtimmen will: 1. Man muß die

p) Journal de phyſique. Octob. 1781.

q) Eſſai ſur l'hygrometrie. §. 243. Verſuch über die Hygrometrie. Leipz. 1784. 8.

die Atmometer aus einerley Materie verfertigen, weil verſchiedene Materien auch verſchiedene Fähigkeiten für die Wärme beſitzen; 2. muß man zum Ausdünſten Waſſer von gleicher Reinigkeit wählen, weil auch Waſſer von verſchiedener Reinigkeit ungleiche Wärme annimmt; 3. muß der Druck der Atmoſphäre einerley ſeyn, weil bey einerley Wärmegrad und verſchiedenem Druck der Atmoſphäre auch die Ausdünſtung verſchieden iſt; 4. muß das Atmometer aufs Waſſer ſo geſtellt werden, daß das Waſſer im Atmometer mit dem äußern in einerley horizontalen Ebene liegt, damit es mit dieſem unter einerley Umſtänden ſich befindet; 5. muß man bey dem Atmometer auch ein Ombrometer oder Regenmaaß haben, um etwa das aufs Atmometer gefallene Regenwaſſer abziehen zu können.

Bey den Beobachtungen über die Ausdünſtung des Waſſers auf dem Col du Geant bediente ſich de Sauſſüre [r]) eines eigenen Atmometers. Er wählte nämlich hierzu ein Rechteck von feiner Leinwand 13 Zoll in der Länge und 10 Zoll in der Breite, ſpannte ſelbiges in einen leichten Rahmen, jedoch ſo, daß es ihn nicht berührte. Dieſe ausgeſpannte Leinwand ließ er am Feuer oder in der Sonnenhitze ganz austrocknen, hing ſie ſodann an eine gute Wage und beſtimmte das Gewicht mit dem Rahmen ganz genau; nun befeuchtete er die Leinwand mit einem Schwamme gleichförmig, und brachte ſie wieder auf dieſe Weiſe an die Wage; wog ſie 150 Gran mehr, als getrocknet, ſo ließ er ſie ſo lange an der Wage hangen, bis ſie nicht mehr als 150 Gran Feuchtigkeit hatte. Etwa

6

r) Journal de phyſique. T. XXXIV. p. 161. überſ. in Gren's Journal der Phyſ. B. I. S443.

6 Zoll weit von der Mitte dieſer Leinwand hing er ein empfindliches Thermometer und Hygrometer auf, und beobachtete in dem Augenblicke, da die Leinwand 150 Gran Feuchtigkeit hatte, die Thermometer- und Hygrometer-Grade nebſt der Zeit an einer genauen Uhr, wiederholte dieſe Verſuche von 20 zu 20 Minuten ſo lange fort, bis die Leinwand gegen 65 Gran Feuchtigkeit verloren hatte, weil über dieſe Grenze hinaus die Verdunſtung wegen der ſtärkern Adhäſion des Waſſers mit der Leinwand aufhört. Hiernach fand er, daß auf dem Col du Geant, wo das Barometer 18 Zoll 9 Linien zeigte, die Wärme mehr als die Trockenheit, in Genf aber, wo das Barometer 27 Zoll 3 Linien ſtand, die Trockenheit etwas mehr als die Wärme auf die Größe der Ausdünſtung wirkte. Dieſe Beobachtungen berechtigten ihn ferner zu ſchließen, daß bey einerley Graden des Thermometers und des Hygrometers auf dem Berge und in der Pläne die Größe der Ausdünſtung auf dem Berge bey einer etwa dreymal geringern Dichtigkeit der Luft mehr als doppelt ſo groß iſt, wie in der Pläne, indem auf dem Berge bey dieſen vorausgeſetzten Umſtänden 84 Gran verdunſten würden, wenn in der Pläne nur 37 Gran verdunſteten.

Zur Beſtimmung der Menge des herabgefallenen Regenwaſſers ſind in dieſem Zeitraume noch ein Paar eigene Vorrichtungen angegeben worden. Das Regenmaaß, welches von der Mannheimer meteorologiſchen Societät an ihre Beobachter mit überſendet wird, iſt ein oben offener Kaſten, in welchem ſich das Regenwaſſer anſammelt. Aus dieſem wird es durch eine Röhre in ein beſonderes Behältniß, und aus dieſem nach Gefallen in das eigentliche Maaß, welches im Cabinet ſteht, geleitet. Auch iſt dabey

eine Einrichtung zu Aufthauung und Abmeſſung des Schnees und Hagels angebracht.

Hr. Senff*) in Dürrenberg wundert ſich, daß bey ſo vielen Beobachtungen über den jährlich herabfallenden Regen noch Niemand darauf verfallen ſey, über die wieder erfolgte Ausdünſtung durch Sonne und Luft Beobachtungen anzuſtellen, und ſie zugleich mit in Rechnung zu bringen. Er gab ſich daher ſelbſt Mühe, hierüber Beobachtungen anzuſtellen. Zu dieſem Ende ließ er ſich ein Gefäß von engliſchem Zinn, welches im Lichten genau 1 Pariſer Quadratfuß und 6 Zoll in der Tiefe hielt, verfertigen, und in die Seitenwände den Pariſer Maaßſtab ſtecken und jeden Zoll in 12 Linien abtheilen. Dieſes Gefäß ſtellte er am 1ſten May 1776 an einem freyen, jeder Witterung ausgeſetztem Orte auf, und füllte es 4 Zoll hoch mit ſüßem Waſſer an. An jedem Tage früh und Abends und beym Anfange und Ende des Regens bemerkte er nun den Stand des Waſſers, und brachte denſelben in eine Tabelle. Nach einem verfloſſenen Monate verband er alle Bemerkungspunkte mit kurzen Linien, trug alle Erniedrigungen des Waſſerſtandes zuſammen auf eine gerade Linie, alle Erhöhungen aber auf eine zweyte, und bekam dadurch die Summe der den ganzen Monat hindurch erfolgten Vertrocknung zugleich mit der des herabgefallenen Regens. Seine Reſultate waren folgende:

1776

*) Beobachtungen und Verſuche über verſchiedene Ausdünſtungsarten der Salzſolen, in Gren's Journal der Phyſik. B. VIII. S. 89.

1776	Vertrocknung		Regen	
May	3 Zoll	7 Linien	— Zoll	$19\frac{1}{4}$ Linien
Juni	5 -	$6\frac{7}{8}$ -	1 -	$8\frac{1}{2}$ -
Juli	4 -	11 -	3 -	$8\frac{3}{4}$ -
Aug.	4 -	5 -	1 -	$8\frac{1}{3}$ -
Sept.	4 -	— $\frac{2}{3}$ -	— -	$2\frac{2}{3}$ -
Octob.	1 -	6 -	1 -	— -
Summe	24 Zoll	$\frac{13}{24}$ Linien	9 Zoll	$2\frac{1}{2}$ Linien

Hr. Herrmann t), Paſtor in Cämmerswalde im ſächſiſchen Erzgebirge, hat eine eigene Vorrichtung angegeben, um die Menge des herabgefallenen Regenwaſſers Stundenweiſe zu erfahren. Es ſind nämlich 12 gewöhnliche Hyetometer, oder Flaſchen mit aufgeſetzten Trichtern, von gleicher Oberfläche, auf einer Scheibe in einen Kreis geſtellt. Dieſe Scheibe iſt um ihren Mittelpunkt beweglich, und mit einer Schlaguhr in einer ſolchen Verbindung, daß ſie alle Stunde um $\frac{1}{12}$ des ganzen Umkreiſes fortgedreht wird. Dieſe ganze Einrichtung wird von einem unbeweglichen Dache bedeckt, das nur an einer Stelle ſo weit ausgeſchnitten iſt, daß gleich darunter bloß Ein Trichter unbedeckt bleibt, die übrigen eilf aber vom Dache völlig bedeckt ſind. Daher bringt die Uhr alle Stunde einen andern Trichter unter die Oeffnung, und es ſammelt ſich auf dieſe Art in jeder Flaſche nur ſo viel Waſſer an, als in der Stunde, da ſie frey ſtand, auf den Trichter gefallen iſt. Die Flaſchen ſind mit den Zahlen der Stunden bezeichnet. Des Morgens läßt es ſich alſo beobachten, wie viel es in jeder Stunde des Nachts geregnet hat.

Wäſſe-

t) Mechaniſcher verbeſſerter Wind- Regen- und Trockenheitsbeobachter. Nürnberg und Annaberg 1789. 8.

Wäſſerige Meteore.

Die verſchiedenen Meinungen über Verdampfung und Ausdünſtung ſind bereits im 7ten Theile S. 442 f. erzählt worden. Durch ſie ſind aber eben ſo viele Hypotheſen über die Erzeugung der Wolken, des Nebels, des Regens u. ſ. f. entſtanden, und gleichwohl ſcheint es, als ob wir alle wäſſerige Meteore bey weitem noch nicht genügend erklären könnten. Da man mit dem Auflöſungsſyſteme des Herrn le Roy nicht auszukommen glaubte, ſo gaben ſich beſonders de Sauſſüre und de Lüc durch ihre vielen und ſorgfältig angeſtellten Beobachtungen die äußerſte Mühe, eine genügende Theorie über die Entſtehung der wäſſerigen Meteore aufzuſtellen.

Nach de Sauſſüre [u]), welcher die Ausdünſtung als eine wahre Auflöſung des Waſſerdampfs in Luft annimmt, bleibt der aufgelößte elaſtiſche Dampf, ſo lange noch kein Niederſchlag erfolgt iſt, vollkommen durchſichtig, wie dieß alle vollkommenen chemiſchen Auflöſungen ſind. Dieſe Durchſichtigkeit behält er bis zur Sättigung; ſobald aber durch Ueberſättigung, ſie mag entweder durch einen allzuſtarken Zufluß von Dünſten, oder durch Erkältung, oder durch irgend eine andere Urſache erfolgen, ein Niederſchlag bewirkt wird, ſo nimmt derſelbe, wenn eine berührende Oberfläche gegenwärtig iſt, die Geſtalt des Reifs oder des Thaues an; iſt aber keine dergleichen Oberfläche vorhanden, ſo vereinigt er ſich entweder zu kleinen Tröpfchen oder Nadeln, welche die erſten Anlagen zum Regen und Schnee geben, und von de Sauſſüre concrete Dünſte genannt werden; oder er

u) Eſſai ſur l'hygrometrie. à Neufchatel 1783. eſſai III.

er nimmt durch einen hinzukommenden Umſtand, der Elektricität, auf einige Zeit die Geſtalt der Dunſtbläschen an. Aus dieſen Dunſtbläschen beſtehen nun die undurchſichtigen Nebel und Wolken; da hingegen von den concreten Dünſten, welche die Lichtſtrahlen durchlaſſen und brechen, die Veranlaſſung zu den Höfen und andern Meteoren entſteht, welche Regen verkündigen. Hört der Umſtand auf, welcher zur Bildung der Bläschen Veranlaſſung gab, ſo verwandelt ſich ihr Waſſer in concreten Dunſt, der entweder ſogleich als Regen, Schnee, Hagel u. ſ. f. herabfällt, oder auch noch eine Zeitlang ſchwebend in der Luft bleibt.

De Lüc x) hingegen findet das Auflöſungsſyſtem nicht zureichend, die Erſcheinungen der Ausdünſtung, der Bildung der Wolken und des Regens zu erklären, und macht ſich von dem Allen, was im Luftkreiſe hierbey vorgeht, ganz andere Vorſtellungen. Seiner Meinung nach bleibt das Waſſer während der Zwiſchenzeit zwiſchen ſeinem Aufſteigen als Dampf und ſeinem Zuſtande als Wolken, Regen, Schnee u. ſ. in einer veränderten Form verborgen, in welcher es kein Waſſer, keine Feuchtigkeit mehr ſey, ſondern vielmehr eine Luftart ausmache, und aufs Hygrometer gar keine Wirkung äußere. Hiervon überzeugt ihn die große und anhaltende Trockenheit der obern Luftſchichten, welche durch alle Beobachtungen des Hygrometers auf Bergen beſtätigt wird, und die Unmöglichkeit, eine Menge beym Regen vorkommender Umſtände aus den Geſetzen der Hygrologie allein zu erklären. Nach dem Auflöſungsſyſteme können Dunſtbläschen oder concrete Dünſte nicht eher entſtehen, als bis die

x) Neue Ideen über die Meteorologie. Th. II. Kap. I. Abſchn. 6.

die Luft mit aufgelößter Feuchtigkeit völlig geſättigt iſt. De Lüc ward aber einmal auf dem Buet bey großer Trockenheit der Luft plötzlich von einem 18ſtündigen Regen und Sturm, Hagel und Donner überfallen, welcher in allen benachbarten Gebirgen und Ebenen eben ſo lange anhielt: und nachdem alles vorbey war, zeigte die Luft eben den Grad der Feuchtigkeit wie vorher. Ein ſolches Phänomen, bey dem auch die Urſache nicht in der Kälte der Luft liegen konnte, zeigt, daß der Regen nicht ſchlechthin der umgekehrte Verdampfungsprozeß iſt.

Selbſt de Sauſſüre habe gefunden, daß 1 Cubikfuß Luft, bey der Wärme von 70° Fahrenh. im Zuſtande der vollkommenſten Sättigung, nicht mehr als 10 Gran Waſſer halten könne. Dieß ſey aber zur Erklärung der Menge des Waſſers, welche die Wolken herabgießen, ſchlechterdings nicht zureichend; daher de Sauſſüre darauf rechnen müſſe, daß ſich dieſe große Waſſermenge in Geſtalt des Bläschenniederſchlags im Luftkreiſe aufhalte, wobey es für die Menge von Bläschen in einem beſtimmten Raume keine andere Grenze, als ihre unmittelbare Berührung, gebe. Dagegen zeigt de Lüc, wie wenig dieß zur Erklärung des Regens hinreiche, wie de Sauſſüre dieß ſelbſt fühle, und daher zur Unterhaltung der Fortdauer des Regens ein beſtändiges Aufſteigen der Dünſte und einen vertikalen Wind anzunehmen genöthigt ſey. De Lüc beweiſt aber, daß es einen ſolchen vertikalen Wind gar nicht gebe, nicht geben könne, und daß er, wenn es einen gebe, doch nur Regen nach Regen, nicht aber das ganze Phänomen erklären würde.

Aber auch de Lüc ſieht die Wolken als eine Sammlung von Bläschen an, und vermuthet, daß die

die Urſache ihrer Kugelgeſtalt zum Theil Feuer ſey, weil ſie dem Körper, den ſie benetzen, zugleich fühlbare Wärme mittheilen. Hierüber hat er ſchon in ſeinen Unterſuchungen über die Atmoſphäre eine am 30. May 1756 auf dem Gebirge Saleve angeſtellte Beobachtung angeführt, da bey ſehr heiterm Himmel das Thermometer in freyer Luft in der Sonne aufgehängt + $4\frac{2}{3}$ ſeiner Skale zeigte. Es erhob ſich eine Wolke, die ſich unten gebildet hatte, umgab ihn und verbarg gänzlich die Sonne und die Ebene. Er beobachtete ſein Thermometer, welches befeuchtet war, ſo wie auch der Strauch, an dem es hing; es ſtieg zu + $5\frac{1}{2}°$. Da die Wolke höher geſtiegen war, und die Sonne wieder zum Vorſchein kam und das Thermometer von neuem beſchien, ſo ſank das Thermometer auf $4\frac{2}{3}°$ zurück.

Die Entſtehung der Wolken ſucht de Lüc auf folgende Art begreiflich zu machen: die eigentlichen Dünſte, als das unmittelbare Produkt der Ausdünſtung, haben bey jeder Temperatur ein Maximum, das ſie nicht überſteigen können, ohne daß ſich ein Theil davon bald zerſtöre. Alsdann iſt der Hang der Theilchen des Waſſers, ſich unter einander zu vereinigen, ſtärker, als ihr Hang, mit dem Feuer vereinigt zu bleiben. Wenn dieſes Maximum ſchnell überſchritten wird, ſo bilden ſich allemal Bläschen. Es ſuchen alsdann viele Waſſertheilchen ſich in jedem kleinen Raume zu vereinigen, und das Feuer, welches frey wird, verbindet ſich mit den übrig bleibenden Theilchen der Dünſte, welche noch fortfahren, unter ihnen zu exiſtiren, und durch eine gewiſſe Menge von Feuer, das mit ihnen in dieſer Hülle eingeſchloſſen bleibt, genöthigt, die Geſtalt der Bläschen anzunehmen. Die

Bläs-

Bläschen vertragen, ohne zu gefrieren, eine größere Kälte, als das Waſſer; gefrieren ſie aber endlich, ſo werden ſie zerſtört und in Schnee verwandelt, deſſen Geſtalten deutlich den Hang der Waſſertheile verrathen, beym Verluſte ihres latenten Feuers regelmäßige Formen anzunehmen.

De Lüc glaubt, daß Nebel und Wolken nichts weniger als bleibende Phänomene ſind, vielmehr ſind ſie bald vorübergehende Erſcheinungen, und wenn ſie uns ja von Dauer zu ſeyn ſcheinen, ſo iſt dieß nicht wirklich, ſondern nur Täuſchung. Die Bläschen zerſtören ſich alle Augenblicke in der Luft, es entſtehen aber ſofort wieder andere in der Stelle der vorigen. Man kann ſich eine Idee von dem Verſchwinden und Entſtehen von bläschenförmigen Dünſten machen, wenn man ſich einen unſichtbaren Keſſel vorſtellt, welcher in der Luft aufgehängt iſt, und in welchem das Waſſer mit Heſtigkeit kocht. Das Hygrometer zeigt in den Wolken die größte Sättigung: ganz nahe dabey nichts weniger, als dieſes. Da nun aber die Wolken beſtändig bleibende Körper zu ſeyn ſcheinen, während ſie beſtändig verdunſten, ſo muß eine unerſchöpfliche Quelle vorhanden ſeyn, aus welcher ſie beſtändig von neuem entſpringen. Wo dieſe reichhaltige Quelle liegt, iſt noch ein Gegenſtand der Unterſuchung; ſehr wahrſcheinlich wird ſie aber in irgend einer Urſache gefunden werden, welche die Rückkehr des latenten Waſſers, welches ſich unter andern Geſtalten in der Luft befand, in die Geſtalt der Dünſte ſchleunig befördert.

Daß die Wolken wirklich verdunſten, ſelbſt dann, wenn ſie ſich vergrößern, läßt ſich nach de Lüc deutlich wahrnehmen, wenn man die Augen auf ihren

zerſchnit-

zerſchnittenen Rand wendet, welcher, wenn er das Blau des Himmels zum Grunde hat, tauſend beſondere Figuren darſtellt. Bisweilen ſieht man, während ſich ein Zweig der Wolke zerſtreuet, andere ſich bilden, ſich ausdehnen, und ſelbſt neue Zweige hervorbringen. In der Luft ſcheint eine allgemeine Quelle von Dünſten zu ſeyn, welche ſie bey gewiſſen Umſtänden hergibt; dieſe Dünſte werden an den Orten ſelbſt erzeugt, wo ſich die Wolken bilden; nur durch die Fortdauer dieſer Erzeugung erhalten ſich die Wolken, und vergrößern ſich ſogar, ob ſie gleich rund herum verdunſten. Endlich zerſtreuen ſie ſich, wenn die Quelle verſiegt, und ihre Ausdünſtung nicht mehr durch Bildung neuer Dünſte erſetzt wird.

Diejenigen Wolken, welche Regen verbreiten, ſind von den bisher betrachteten nur darin verſchieden, daß die Urſache, welche ihnen Dünſte verſchafft, es in einem ſolchen Uebermaaße thut, daß die gebildeten Bläschen, indem ſie ſich weder ſchnell genug ausdehnen noch verdunſten können, ſich häufig im Schooße der Wolken ſelbſt berühren, wodurch ein Theil davon zerſtört wird. Alle Bläschen, welche ſich alſo berühren, vereinigen ſich, und es bilden ſich allmählig ziemlich große Blaſen, von welchen das Waſſer ringsum abfließt, bis endlich ihr oberer Theil ſo dünn wird, daß ſie zerplatzen. Alsdann bilden ſich Waſſertropfen, welche im Fallen ſich vergrößern, und andere Bläschen mit ſich fortreißen, oder mit Waſſer überladen, woraus die Franzen oder Flocken entſtehen, welche man ſo oft von den Regenwolken herabhängen ſieht.

Dieſe Theorie über die Entſtehung der Wolken iſt aber noch manchen Schwierigkeiten ausgeſetzt, und ſelbſt de Lüc geſteht, daß ſie ihm in Rückſicht der

Veränderungen des Barometers an ein und demſelben Orte nicht genugthue. Und ob er gleich das Auflöſungsſyſtem mit vielen Gründen beſtritten hat, ſo hat es doch an Hube, und in den neueſten Zeiten an mehreren Andern ſcharfſinnige Vertheidiger gefunden. In Rückſicht der Bildung der Wolken macht ſich Hube [y]) folgende Vorſtellung:

Die Nebel haben mit den Wolken eine vollkommene Aehnlichkeit, und ſind nur in Anſehung des Orts, den ſie in der Atmoſphäre einnehmen, verſchieden. Die Wolken ſind eben ſo gut, wie die Nebel, elektriſirt, und oft ungleich ſtärker, nur iſt ihre Elektricität gewöhnlich nicht poſitiv, ſo wie die der Nebel, ſondern negativ. Vielleicht rührt die ſtarke Elektricität, welche die Wolken oft zeigen, bloß davon her, daß ſie ſich an der Luft reiben, indem ſie ſich in ihr erheben oder ſenken, oder auf eine andere Art bewegen. Außerdem nimmt die Elektricität der Nebel und der Wolken zu, wenn ihre Bläschen einander näher kommen. Daher findet man gewöhnlich die ſtärkſte Elektricität in dichten Nebeln, und in dichten dunkeln Wolken.

Die Wolken verlieren ihre Elektricität entweder durch wirkliche Berührung mit leitenden Körpern, z. B. wenn ſie ſich an die Berge hängen, und da unmerklich oder auf einmal zerfließen, oder nicht allein bey einer unmittelbaren Berührung, ſondern auch ſchon in einer gewiſſen Entfernung von der leitenden Erde, da die Luft bald mehr, bald weniger, aber doch immer etwas leitend iſt. Sobald dieſer Verluſt beträchtlich genug

y) Vollſtändiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. Th. II. 29ſter bis 32ſter Brief.

genug iſt, ſo fließen die Bläschen der Wolken ſo ſtark zuſammen, daß ſie in Tropfen herunterfallen, und Regen bilden.

Die Nebel werden durch Kälte erzeugt, welche die Feuchtigkeit der Luft auf die zweyte Art niederſchlägt. Viele Wolken haben einen ähnlichen Urſprung, und es iſt höchſt wahrſcheinlich, daß die Kälte ſowohl in der obern als untern Luft andere Dünſte niederſchlagen kann, als ſolche, welche auf die zweyte Art aufgelößt worden ſind. Dergleichen Dünſte finden ſich faſt allezeit bey uns in der Atmoſphäre, da bey uns auch im Sommer die Gewäſſer und alle ſehr naſſen Körper meiſtentheils auf die zweyte Art ausdunſten. Es kann aber auf mancherley Art geſchehen, daß die Kälte Wolken und keine Nebel veranlaßt, ungeachtet die unterſte Luft meiſtentheils feuchter iſt und auch größere Abwechſelungen der Wärme und Kälte erleidet, als die obere. Dieß kann geſchehen: 1. wenn bey heiterm Himmel eine warme Luft weht, weil alsdann die warme Luft, welche der Wind zuführt, oben viel ſtärker als unten erkältet; 2. wenn die untere Atmoſphäre bald nach Sonnenaufgang, wo die Sonnenwärme am ſchnellſten zunimmt, beſonders bey heitern Sommertagen, ſtark ausgedehnt wird, und ſich daher merklich erhebt; und da ſie um dieſe Zeit ſehr feucht zu ſeyn pflegt, ſo erleidet ihr oberer Theil oft einen Niederſchlag der Dünſte; 3. wenn ſich feuchte Luftmaſſen ſchnell von der Erde in die Höhe heben, und oben durch Erkältung die aufgelößten Dünſte fahren laſſen.

Die feuchten Luftmaſſen beſtehen nach Hube aus brennbarer Luft, welche, obgleich mit Dünſten der zweyten Art beladen, dennoch wegen ihrer ſpecifiſchen Leichtigkeit ſchnell in die Atmoſphäre aufſteigt.

ſteigt. Die Entwickelung der Luft ſcheint unter andern auch durch die Elektricität befördert zu werden. Denn wenn man auf der Spitze eines hohen Berges ſteht, indem ſich unten an ihm ein Gewitter zuſammenzieht, ſo ſieht man unzählige große und dicke Wolkenflocken aus den Thälern aufſteigen, und dieſe tragen ſehr viel dazu bey, daß ſich die Gewitterwolken ſehr ſchnell vergrößern. Indeſſen verwandeln ſich nicht alle aufſteigenden brennbaren Luftmaſſen in Wolken, ſondern nur diejenigen, welche vieles Waſſer auf die zweyte Art aufgelößt haben, unten auf der Erde beträchtlich erwärmt worden ſind, und ſchnell genug aufſteigen, um ſtark genug erkältet zu werden, ehe ſie noch ihre Dünſte der angrenzenden trockenen Luft in beträchtlicher Menge mittheilen können. Unter dem heißen Erdſtriche ſteigt die brennbare Luft noch viel häufiger auf, als bey uns, dennoch bleibt dort der Himmel viele Monate hinter einander heiter, weil das Waſſer gewöhnlich nur auf die erſte Art ausdunſtet.

Die aufſteigenden leichtern Luftmaſſen fangen erſt einige Sekunden nach Sonnenaufgang an, ſich in Wolken zu verwandeln. In der Nacht, wie auch früh Morgens und des Abends, ſind ſie ſchon auf der Erde kalt, ehe ſie ſich erheben, und die Erkältung in der obern Luft kann daher ihre Dünſte nicht niederſchlagen. Sie geben um deſto leichter Wolken, je ruhiger die Luft iſt, weil ſie um deſto ſchneller gerade aufſteigen, und folglich auch um deſto ſchneller erkältet werden. Zuweilen kann ein heftiges Feuer auf der Erde die untere Luft auf eine anſehnliche Höhe treiben, einen beträchtlichen Fluß in der Atmoſphäre von unten nach oben hervorbringen, und dadurch zu Wolken Gelegenheit geben. So hat man

bemerkt, daß eine reichliche Ausſtrömung der Lava aus den Vulkanen ſehr oft außerordentlich heftige Regengüſſe zur Folge habe. Da das Meer in kältern Gegenden faſt immer auf die zweyte Art verdunſtet, und viel brennbare Luft in die Höhe ſendet, ſo entſtehen über demſelben auch die häufigſten Wolken.

Aber Erkältung und brennbare Luft erklären noch nicht alle Wolken; daher nimmt Hube noch die Elektricität zu Hülfe, deren Mittheilung nach ihm die Ziehkraft der Luft ſchwächt, und die Niederſchlagung befördert. Er beweiſt dieß daraus, daß man, wenn ſich Gewitterwolken zuſammenziehen, in der untern Luft eine Zunahme der Feuchtigkeit bemerkt, obgleich alsdann die Dünſte in Menge aus der untern Luft hinweg und zur Gewitterwolke übergehen. Man fühle alsdann, ſagt er, die Schwächung der Ziehkraft an der Schwüle der Luft, welche die Feuchtigkeit der Luft nicht mehr auflöſe. Hier müſſe man nothwendig vermuthen, daß die Ziehkraft der Luft ſich überhaupt in dem Wirkungskreiſe ſehr ſtark elektriſirter Körper vermindere.

Hieraus ſucht Hube die merkwürdige Erſcheinung zu erklären, welche Hrn. de Lüc bewog, die bisherigen Theorien des Regens aufzugeben. Man beobachtet nämlich auf hohen Bergen, daß die Luft in einer geringen Entfernung dicker Wolken oft ſehr trocken iſt, und daß ſich die Wolken dennoch nicht auflöſen, ſondern noch mehr zuſammenziehen, und in Regen ergießen. Wie wäre dieß möglich, ſagt er, wenn nicht ſolche Wolken nahe um ſich her durch ihre Elektricität die Ziehkraft der Luft ſchwächten, und alſo ihre ſcheinbare Trockenheit verminderten? Er hat einige Mal des Nachts bemerkt, daß bey heiterm Himmel

um einzelnen Wolken ein ſchwaches weißliches Licht entſtand, und bald darauf an den Stellen dieſes Lichts die Sterne verſchwanden. Daraus folgert er, daß ſelbſt gemeine Regenwolken durch ihre Elektricität die Ziehkraft der umher liegenden Luft oft bis zur Niederſchlagung der Dünſte ſchwächen, und ſich dadurch immer mehr vergrößern. Die Urſache hiervon iſt, daß die Atmoſphäre an ſich urſprünglich eine poſitive Elektricität hat, und alſo die negative elektriſche Materie begierig einſaugt, wenn eine Wolke ſie durch Mittheilung elektriſirt. Durch dieſe neue Verbindung aber wird die alte Verbindung der Luft mit den Dünſten geſchwächt.

Die Elektriſirung der obern Atmoſphäre bringt nach Hube vornehmlich die ſchuppigen Wolken hervor, welche man Lämmer zu nennen pflegt, und welche de Sauſſüre'n von der Spitze ſehr hoher Berge noch eben ſo hoch erhaben zu ſeyn ſchienen, als von unten aus der Tiefe geſehen. Sie verdichten ſich nach und nach immer mehr, und nähern ſich der Erde. Zuweilen aber macht dieſe Elektriſirung auch, daß ſich der ganze Himmel mit einem feinen Nebel bedeckt, welcher ſich immer mehr verdickt, und oft in einer halben Stunde ganz dunkel wird.

Wenn ſich aber in der untern Atmoſphäre durch die Elektriſirung von oben Wolken erzeugen, ſo ſieht man ſie zuerſt an den Spitzen hoher Berge als kleine Flocken ſchweben; denn an den Spitzen der Berge iſt die Luft am feuchteſten. Hier ſondern ſich alſo die Dünſte am erſten und leichteſten ab, und hier hört auch die Auflöſung am ſpäteſten auf. Daher bleiben die Gipfel der Berge noch immer mit Wolken bedeckt, wenn der Himmel um ſie her ſich ſchon allenthalben

auf-

aufgeklärt hat. Man ſieht daraus, warum hohe Berge ſchlechte Witterung vorher verkündigen.

Ueberhaupt wird nach Hube die Beſchaffenheit des Wetters auf der Erde durch zwey von einander unabhängige Urſachen, Elektricität und Sonnenwärme, beſtimmt; in den heißern Ländern wirkt die letztere, in den kältern die erſtere ſtärker. Eben deßwegen iſt im heißen Erdſtriche die Witterung ſo regelmäßig, und weil das Waſſer daſelbſt meiſtentheils auf die erſte Art verdunſtet, ſo können auch nur ſelten durch Erkältung Wolken entſtehen. Bey uns hingegen dunſten die Gewäſſer faſt immer auf die zweyte Art aus, und die atmoſphäriſche Elektricität iſt äußerſt veränderlich. Es läßt ſich alſo leicht einſehen, warum das Wetter hier viel unbeſtändiger ſeyn muß, als zwiſchen den Wendekreiſen.

Was die Menge des aus der Atmoſphäre herabgefallenen Regenwaſſers betrifft, ſo ſind zwar auch in dieſem Zeitraume die Beobachtungen ungemein vervielfältigt worden; allein demungeachtet ſcheinen die Angaben bey weitem noch nicht hinreichend zu ſeyn, die Menge des Waſſers, welches auf die ganze Oberfläche der Erde herabfällt, mit Sicherheit zu beſtimmen. De la Metherie[z]) hat folgende Angaben als die Reſultate der mittleren Mengen mehrerer Beobachtungen mitgetheilt:

In

z) Theorie der Erde. Aus dem Franz. Leipz. 1796. 8. Th. II. S. 271 f.

In Paris beträgt die Menge des Regenwaſſers -	20	Zoll	2	Linien
In London - - -	21	-	1,8	-
In Briſtol - -	21	-	4	-
In Lancaſter - -	42	-	–	-
In Padua - -	33	-	5	-
In Rom - - -	28	-	6	-
In Neapel - -	35	-	–	-
In Vicenza - -	42	-	3	-
In Tolmezzo im venetianiſchen Friaul und auf den Alpen	82	-	8	-
In Udine im venetianiſchen Friaul - - -	71	-	1	-
In Garfagnana - -	92	-	8	-
In Bologna - -	24	-	–	-
In Algier - - -	27	-	6	-
In Bern - - -	39	-	10	-
In Utrecht - - -	27	-	2	-
In Franecker in Frießland	28	-	6	-
In Grenada - -	105	-	–	-
In Tivoli (auf St. Domingo) - - -	100	-	–	-
In Leogana (auf St. Domingo) - - -	50	-	–	-
Auf dem Cap von St. Domingo - - -	132	-	–	-
In St. Lucie - -	42	-	–	-
In Upſal - - -	14	-	5	-
In Abo - - -	24	-	3	-

Außer dieſer ungemein verſchiedenen Menge herabgefallenen Regenwaſſers in verſchiedenen Gegenden muß man auch noch annehmen, daß durch die Wirkung des Thaues eine beträchtliche Menge Waſſer auf die

die Erde herabkommt, die man aber noch nicht berechnet hat. Caſan a) hat ſich Mühe gegeben, die Menge des Thaues zu beſtimmen, welche zu St. Lucie, auf den antilliſchen Inſeln, fällt; er ſchätzt ſie für eine Nacht auf $\frac{1}{5}$ Linie, und dieſer Annahme zu Folge würde ſie in einem Jahre 73 Linien oder 6 Zoll 1 Linie betragen. Die Menge dieſes Thaues hängt nicht von dem Regen ab, welcher in dieſen Gegenden fällt, und deſſen Menge nach Caſan's Beobachtungen 36 Zoll ausmacht.

De la Metherie nimmt die mittlere Menge des Waſſers, welches durch den Regen, Thau und die Nebel auf die ganze Oberfläche des Erdkörpers gebracht wird, auf 24 bis 26 Zoll an.

Ueber die Entſtehung des Regens ſind in dieſem Zeitraume mehrere Hypotheſen aufgeſtellt worden. Die erſten, welche hierbey auf eine ſehr große Menge von Beobachtungen Rückſicht nahmen, waren de Sauſſüre und de Lüc. Der erſtere behauptet b), wie bereits angeführt worden, daß der reine elaſtiſche Dampf ein durch Wärmeſtoff aufgelößtes und in Dampfgeſtalt gebrachtes Waſſer ſey. Dieſer Dampf wird von der Luft aufgelößt, und es entſteht daher aufgelößter elaſtiſcher Waſſerdampf. Wenn nun eine Luftſchicht mit dieſem Waſſerdampfe überladen iſt, ſo ſchlägt ſich ein Theil in kleinen Tröpfchen nieder, welche die erſte Veranlaſſung zum Regen geben, oder ſie bilden kleine Bläschen, welche bey ihrer Anhäufung die Nebel und die Wolken verurſachen. Die Bläschen entſtehen nie anders,

a) Journal de phyſique. 1790. May p. 332.

b) Eſſais ſur l'hygrometrie. à Neufchatel 1783. eſſai III.

ders, als in völlig geſättigter Luft, worin das Hygrometer die größte Feuchtigkeit zeigt; bisweilen löſen ſie ſich wieder auf, wenn durch Wärme oder andere Urſachen die Ziehkraft der Luft wieder zunimmt. Bisweilen bilden ſich dergleichen Bläschen in ganz heiterer Luft und formiren eine Wolke. Nothwendig muß alſo hier eine Urſache vorhanden ſeyn, welche macht, daß dieſer elaſtiſche Dampf augenblicklich ſich in Bläschen verwandelt, ſo wie die Bläschen ſich zu Waſſertropfen verdichten müſſen, wenn dieſe Urſache wegfällt. De Sauſſüre iſt geneigt, die elektriſche Kraft für dieſe Urſache anzunehmen, weil die elaſtiſchen Dämpfe mittelſt der Wärme oft ſehr hoch ſteigen, und die elektriſche Materie in dieſer Höhe ſehr frey wirkt, daher auch dieſe Dämpfe eine leitende Verbindung zwiſchen der Erde und den obern Luftgegenden machen, durch welche Elektricität zu, und abgeführt werden könne. Daher erklärt er die ſchrecklichen Meteore, welche die Dämpfe in großen Höhen hervorbringen. Auf ſolche Art entſtehen Blitz und Donner bey den Ausbrüchen der Vulkane, Hagel und Nordlichter wirken auf das Elektrometer, Orkane, Waſſerhoſen u. dergl. ſcheinen Wirkungen elektriſcher Ströme zu ſeyn, die von den Dämpfen höherer Gegenden angezogen werden u. ſ. f. Eben ſo möge auch wohl die Entſtehung der Wolken und des Regens als Wirkung einer gemäßigten Elektricität zu betrachten ſeyn.

Iſt die Luft ſehr durchſichtig, und erſcheinen die entfernten Gegenden vollkommen deutlich, ſo erfolgt gemeiniglich Regen; hält die gute Witterung einige Tage an, ſo wird die Luft trübe und undurchſichtig. Dieſer Umſtand wird von de Sauſſüre auf folgende Art erklärt: wird die Luft bey heiterer Witterung

rung durch ölichte oder andere nicht wäſſerige Dünſte trübe, ſo ſchweben ſie in ſelbiger in Blaſengeſtalt; mithin iſt der Umſtand vorhanden, welcher zur Erzeugung der Bläschen erfordert wird. Wenn alſo auch die Luft mit Feuchtigkeit geſättigt wäre, ſo fällt doch das Ueberflüſſige nicht ſogleich in Regen herab, ſondern nimmt erſt auf einige Zeit die Geſtalt der Bläschen an.

Was die Vertheilung der Dünſte betrifft, ſo ſtellt ſich de Sauſſüre den Gang derſelben ſo vor: bey der äußerſten Trockenheit der Luft werden bey Sonnenaufgang eine gewiſſe Menge Dünſte aus der feuchten Erde von der Luft aufgelößt; die dadurch erweiterte und durch die Sonnenwärme ausgedehnte Luftſäule breitet ſich nach der Abendſeite aus; die Luft ſteigt auch in die Höhe und führt durch einen vertikalen Wind die Dünſte mit ſich. Dieſer Abgang wird von der Nordſeite her durch kältere und dichtere Luft erſetzt. Dieß dauert ſo lange fort, bis die Luft mit Feuchtigkeit geſättigt iſt. In einer völlig geſättigten Luft verwandeln ſich dieſe Dämpfe in Bläschen, und es bildet ſich ein leichter Nebel auf der Oberfläche der Erde. Da ſich indeſſen die Luft auch erwärmt, ſo werden die Bläschen durch ſelbige aufgelößt, und ſteigen mit dem ferner erzeugten elaſtiſchen Dampf durch den vertikalen Wind in die obern Regionen. Hier trifft die aufgeſtiegene Luft kältere Schichten an, mithin verdichtet ſich ein Theil der mit ihr in die Höhe gebrachten aufgelößten Dünſte, welcher Wolken oder Regen bildet, und der Erde alle aufgeſtiegene Feuchtigkeit wieder gibt. Alſo bleibt nach dieſem Syſtem ebenfalls die Erkältung die Urſache des Zurückſendens der aufgeſtiegenen Dünſte, obgleich letztere durch Elektricität, oder durch einen

andern Umſtand bisweilen noch eine Zeitlang in Geſtalt der Bläschen zurückgehalten werden.

Eine andere Theorie des Regens hat D. James Hutton c) vorgetragen, welche ſich auf dieſen Satz ſtützt: daß, wenn zwey Luftmaſſen von verſchiedenen Temperaturen ſich mit einander vermiſchen, die Feuchtigkeit der neuen Maſſe größer ſey, als die mittlere zwiſchen den Feuchtigkeiten, welche die beyden vereinigten Maſſen einzeln hatten; oder welches einerley iſt, daß die Verdunſtung in einem größern Verhältniſſe zunehme, als die Wärme. Aus dieſem Satze erklärt Hutton zuerſt die Erſcheinung des Athmens der Thiere und des Dampfs vom ſiedenden Waſſer, welche beyde nur in feuchter oder kalter Luft ſichtbar werden; und hernach die Erfahrung von Maupertuis, daß zu Tornea, indem er eine Thür öffnete, die äußere Luft ſogleich die heißen Dämpfe des Zimmers in Schnee verwandelte, welche in dicken weißen Wirbeln erſchienen. Dieſer Theorie gemäß entſteht bey jeder Vermiſchung von Luft unter verſchiedenen Temperaturen ein Niederſchlag, welche Urſache Hutton für hinreichend hält, um alle Erſcheinungen des Regens davon abzuleiten.

Dagegen hat aber de Lüc d) beyden Theorien viel entgegengeſetzt. In Anſehung der Theorie de Sauſſüre's führt er an, daß nach des letztern eigenen Verſuchen die mit Dünſten geſättigte Luft bey der Temperatur von ungefähr + 16° Reaum. und

c) Tranſact. of the Royal ſociety of Edinburgh. Vol. I. Edinb. and Lond. 1788. 4. p. 41. überſ. in Gren's Journ. der Phyſ. B. IV. S. 413.

d) Neue Ideen der Meteorologie. §. 595 f.

und 27 franzöſ. Zoll Barometerhöhe höchſtens nur 10 Gran Waſſer aufgelößt halten könne. Da nun 1 Pariſ. Cubikfuß gegen 100 Gran wiegt, ſo beträgt dieſes Waſſer nicht mehr als $\frac{1}{80}$ von dem Gewichte der Luft. Dieſe Menge aber verändere ſich ſogar noch, ſo wie die Luft dünner werde, und ſelbſt könne ſich die Luft nur zum Theil ihres Waſſers entladen, indem ſie nur ihre überflüſſige Feuchtigkeit fahren läßt. Was bleibe denn alſo übrig, um Wolken und Regen zu bilden? Eine ſolche geringe Menge niedergeſchlagenen Waſſers könne daher unmöglich hinreichend ſeyn, die oft einige Tage lang anhaltenden Landregen zu erklären, nicht zu gedenken der außerordentlichen Waſſermenge bey Gewitterregen, welche man oft bey der trockenſten Luft und bey geringer Veränderung der Winde entſtehen ſehe. Daraus erhelle nun offenbar, daß durch Erkältung der Luft die ſo oft entſtehenden plötzlichen Regengüſſe mitten in der Nacht unmöglich erklärt werden könnten. Der angeblich vertikale Wind ſey durch gar keine Erfahrung beſtätigt; vielmehr dehne ſich die ganze erwärmte Luftmaſſe gleichförmig aus, und mit Dünſten erfüllte untere Luft komme mit der obern kältern Luft nicht in Berührung, ſondern hebe nur die letztere über ſich, mithin ſey gar keine Urſache der Verdichtung der Dünſte vorhanden. Ueberdieß nehme de Sauſſüre an, daß die Erde ſelbſt mit Waſſer bedeckt oder wenigſtens getränkt ſeyn müſſe; das heiße aber nur den Regen nach dem Regen erklären. Endlich geſtehe de Sauſſüre ſelbſt ein, daß die Luft im Augenblicke des Regens ſehr ſelten mit Feuchtigkeit geſättigt ſey.

Wenn die Abnahme der Wärme die Urſache der Entſtehung der Wolken und des Regens wäre, ſo müßten

müßten jederzeit bey ſonſt gleichen Winden und heitern Tagen nach Sonnenuntergang Wolken und Regen ſich einſtellen. Gewöhnlich findet aber das Gegentheil ſtatt. Denn man ſieht bey der ſtillſten Witterung nach Sonnenuntergang diejenigen Wolken, welche den heiterſten Tag zu Mittag verdunkelten, nach und nach abnehmen, und endlich ganz verſchwinden. Dieſer Fall ereignet ſich mehrentheils im Sommer bey Nord- und Oſtwinden und bey großen Barometerhöhen. Es ſcheint daher die Abnahme der Wärme durch die Abweſenheit der Sonne gar keinen Theil an der Exiſtenz der Wolken zu haben; denn dieſe bilden ſich und verſchwinden in jedem Theile des Tags und der Nacht, und durch Urſachen, welche von den Veränderungen der Wärme gar nicht abzuhangen ſcheinen. Alles, was höchſtens durch die Abnahme der Wärme hervorgebracht werden kann, ſind der Thau und der niedrige Nebel an der Erdfläche, weil hier noch Waſſerdampf genug vorhanden iſt, um dieſes zu bewirken.

Gegen Hutton's Theorie bemerkt de Lüc, daß bey der Vermiſchung von Luft unter verſchiedenen Temperaturen, welche noch nicht völlig geſättigt ſey, nur eine augenblickliche Präcipitation, oder die Entſtehung von Wolken und Nebel erklärt werden könne, welche ſogleich wieder verdampfen müßten, wenn das Gleichgewicht in der Temperatur der Miſchung hergeſtellt wäre, eben ſo wie der Hauch, der Dampf des ſiedenden Waſſers und die ſchneeförmigen Wirbel in der Thür des Zimmers ſogleich wieder verdunſteten, und unſichtbar würden. Er finde alſo aus allen ſeinen gegebenen Thatſachen nichts, was die Frage über den Regen erklären könnte.

De Lüc ſelbſt hat aus ſeinen vielfältig gemachten Beobachtungen eine eigene Theorie in ſeinen neuen Ideen über die Meteorologie vorgetragen, und dieſelbe nachher in mehreren an de la Metherie gerichteten Briefen c) zu beſtätigen geſucht. Er behauptet, daß das Waſſer, welches als Regen herabfällt, nicht in der Luft aufgelöſt, ſondern vielmehr in einem wahren luftförmigen Zuſtande in der Atmoſphäre zugegen geweſen ſey. Dieſen Satz gründet er auf folgende anerkannte hygrologiſche Thatſachen: das unmittelbare Produkt der Ausdünſtung laſſe 1. das Hygrometer im Verhältniſſe ſeines Ueberfluſſes nach der Feuchtigkeit hin ſteigen, 2. wenn die Wärme in einer Luft, wo ſie in gewiſſer Menge verbreitet iſt, abnimmt, ſo nimmt hier die Feuchtigkeit nach Anzeige des Hygrometers zu; vermehrt ſich hingegen die Wärme, ſo nimmt die Feuchtigkeit ab, 3. bringt man in die Luft andere hygroſkopiſche Subſtanzen, welche trockener ſind, ſo bringen ſie dieſelbe Wirkung, wie die Zunahme der Wärme, hervor. Daraus folgert nun de Lüc, daß das Waſſer, welches ſich in der Luft befindet, ohne auf das Hygrometer weder unmittelbar, noch durch Veränderungen der Wärme, noch in der Menge der hygroſkopiſchen Subſtanzen, welche nicht ſo feucht ſind, als die Luft, zu wirken, nicht mehr dem unmittelbaren Produkte der Ausdünſtung zugehöre, es hat vielmehr ſeinen Zuſtand geändert. In dieſem Zuſtande bleibt nun das ausgedunſtete Waſſer, das in Luft übergegangen iſt, ſo lange, bis es durch irgend eine noch unbekannte Urſache in einer gewiſſen Luftſchicht wieder

c) Aus dem Journal de phyſ. überſ. in Gren's Journal der Phyſik, beſonders im 4ten Briefe über den Regen. B. III. S. 287 f.

der in tropfbares Waſſer umgebildet wird, und daraus entſtehen die Wolken, deren Bläschen in dem Falle, wenn ſie zu häufig erzeugt werden, ſich mit einander vereinigen, und nun als Tropfen aus der Atmoſphäre herabkommen. De Lüc nimmt hierbey, wie de Sauſſüre, den reinen elaſtiſchen Dampf an, läugnet aber gänzlich die Auflöſung und die Sättigung deſſelben in der Luft. De Sauſſüre behauptet die Auflöſung des reinen elaſtiſchen Dampfs in der Luft vorzüglich deßwegen, weil die Luft beym Aufſteigen der Dämpfe ſowohl hell bleibe, als auch beym Verſchwinden der Nebel hell werde. Dagegen behauptet aber de Lüc, daß der reine Waſſerdampf die Atmoſphäre auf keine Weiſe trübe, wofern er nur in keine kälteren Luftſchichten komme, wo ihm ein Theil Wärme entzogen werden könne, und er dadurch Waſſer abzuſetzen genöthigt ſey. Es bedürfe daher keiner Auflöſung des Waſſers in Luft, um das Hellbleiben der Atmoſphäre zu erklären, und die Zerſtreuung der Nebel durch die Wärme ſey nicht das Verſchwinden des Dampfs ſelbſt, ſondern bloß eine neue Verdampfung.

Durch vielfältig angeſtellte Beobachtungen mittelſt des Hygrometers auf den Gebirgen fand de Lüc die Luft weit trockener, als in den niedern Gegenden. Unter andern iſt beſonders diejenige Beobachtung merkwürdig, die er auf den Gebirgen von Sixt anſtellte. "Unterdeſſen, ſagt er, wir auf dem Buet die auffallendſten Zeichen von Trockenheit wahrnahmen, und beſonders das Hygrometer, wiewohl nur bey einer Temperatur von $+ 6^\circ$, nur 33,5, d. i. 66,5 von der äußerſten Trockenheit, zeigte, hießen uns dicke Wolken, die ſich um uns bildeten, auf unſere Rückkehr denken. Bald darauf war der Gipfel ganz

darin

darin gehüllt, ſie dehnten ſich aus und bedeckten den ganzen Horizont; die Nacht überraſchte uns auf einem ſehr gefährlichen Wege, und wir ſtanden hier durch die Heftigkeit des Sturmwindes, Regens, Hagels und Donners eines der ſtärkſten Gewitter aus, das ich je erfahren habe. Dieſes Gewitter dauerte einen großen Theil der Nacht; es herrſchte auf allen benachbarten Gebirgen und auf der Ebene, und da es aufhörte, dauerte der Regen mit einigen Zwiſchenräumen bis den folgenden Mittag fort. In einem ſolchen Zwiſchenraume, noch ehe ich Enternes verließ, beobachtete ich das Hygrometer außerhalb unſerer Hütte, es zeigte nicht mehr Dünſte in der Luft an, als am Morgen des vorigen Tages; denn ob es gleich 1,6 Zunahme in der Feuchtigkeit angab, ſo war doch die Veränderung der Temperatur, welche um 2° kälter war, hinreichend, jenes hervorzubringen. Inzwiſchen wälzten ſich die Wolken aufs neue um uns herum, und der Regen, welcher bald anfing, begleitete uns bis Sixt. Als wir unten am Berge waren, ſahen wir die Wolken ſich gänzlich zerſtreuen. Ich beobachtete das Hygrometer von neuem in freyer Luft, und obgleich die Wärme in der Sonne nur + 14° und der Boden ganz mit Waſſer getränkt war, ſtand das Hygrometer doch 1,7 näher zum Trocknen, als zwey Tage zuvor nach einer Folge von heitern Tagen und bey einer Temperatur von + 24°". De Lüc war über dieſe Beobachtung erſtaunt, indem ſein Hygrometer ſo viel Trockenheit ſelbſt in der Schicht, wo das Gewitter entſtand, anzeigte. Denn nach den vorhin angeführten hygrologiſchen Thatſachen müßte nach ſeiner Meinung, wenn der Regen aus dem unmittelbaren Produkte der Ausdünſtung gebildet wäre, eine Abnahme der Wärme in der Luftſchicht, wo er entſteht,

entſteht, ihm jederzeit vorangehen und ihn begleiten, und dieſe Abnahme müßte um ſo größer ſeyn, als die Feuchtigkeit Anfangs von ihrer äußerſten Grenze in dieſer Schicht entfernt geweſen wäre. Er hatte vielmehr im Augenblicke der Entſtehung des Gewitters beobachtet, daß die Wärme mehr zu- als abgenommen hatte. Es wich alſo dieſer Vorfall nicht allein von den anerkannten hygrologiſchen Geſetzen, ſondern auch von den Geſetzen der Auflöſung und des Niederſchlags ab. In der Folge überlegte de Lüc, daß nach de Sauſſüre's eigenen Verſuchen die geſättigte, oder nach de Lüc's Ausdrucke, bis zum Maximum mit Dünſten angefüllte Luft nur ſehr wenig Waſſer enthalte, daß das Hygrometer ſehr ſelten in den untern Gegenden die äußerſte Feuchtigkeit, auf den Bergen aber noch mehr Trockenheit zeige; daß ſich endlich die Dünſte auch nicht in den noch höhern Gegenden aufhalten können, weil ſie ſonſt bey ihrer Verdichtung die Luft über den Bergen trüben würden, da man doch über den Regenwolken gewöhnlich den Himmel ſehr heiter und durchſichtig findet. Alles dieſes gab ihm hinreichenden Grund zu behaupten, daß der Regen nicht das unmittelbare Umgekehrte von der Ausdünſtung ſey.

Außerdem führt de Lüc noch folgende Erfahrungen an, welche ſeiner Meinung nach gar nicht zu erklären wären, wenn man den Regen als einen unmittelbaren Niederſchlag der Ausdünſtung annehmen wollte: in der Zwiſchenzeit von mannichmal einigen Monaten, da unaufhörlich von der Erde Waſſerdünſte in die Atmoſphäre aufſteigen, verſpüre man weder Dunkelheit, noch Verminderung an einem gewiſſen Grade von Trockenheit; alle dieſe Dünſte, welche ſich unaufhörlich

bildeten,

bildeten, verſchwänden für das Hygrometer ſo wie für das Auge; wir genöſſen einer heitern Luft, obgleich die Beſtandtheile, die ſie trüben werden, um Regen hervorzubringen, ſie lange zuvor trüben könnten durch ihre tägliche Anhäufung, wenn nicht irgend eine verborgene Urſache ihnen ihre Durchſichtigkeit erhielte. Kurz Dünſte, welche ohne Aufhören in die Atmoſphäre aufſtiegen, in deren obern Gegenden eine beſtändige Kälte herrſche, würden ſie immer feucht und durch hohe Wolken verdunkelt halten; ein ſteter Thau würde alles befeuchten, und die Sonnenſtrahlen nie unſere Erndten zur Reife bringen. Hieraus erhelle alſo offenbar, daß das ausgedunſtete Waſſer in der Atmoſphäre ſich unter der Geſtalt eines luftförmigen Fluidums verberge.

De Lüc war aus den Verſuchen der Herren Watt, Cavendiſh, Lavoiſier und la Place über die Verwandlung der dephlogiſtiſirten und brennbaren Luft in Waſſer anfänglich geneigt zu glauben, daß das ausgedunſtete Waſſer in der Zwiſchenzeit bis zum Regen unter der Geſtalt einer Gasart einen Theil der Atmoſphäre ausmache; zuletzt aber durch eine unbekannte Urſache zur Dunſtgeſtalt zurückkehre. Dieſe Urſache zeige ſich aber gewöhnlich nur bey einer einzigen Luftſchicht thätig, in welcher jedoch die Dünſte ſo häufig entſtehen, daß ihre Bläschen ſich weder hinlänglich ausdehnen, noch ſchnell genug wieder verdunſten können. Daher machen ſie den Himmel trübe, und bilden Wolken. Weil ſich aber die Bläschen ſchon bey ihrer Entſtehung ſehr häufig berühren, ſo vereinigen ſie ſich, und zerplatzen endlich durch das Abfließen des Waſſers an den Seiten, wie die Seifenblaſen. Im Herabfallen treffen die Tropfen mit

andern zuſammen, verbinden ſich mit einander, und werden größer, oder finden andere Bläschen, welche dadurch überladen und herabgedruckt werden. Dadurch entſtehen die Franzen, welche man ſo oft von den Regenwolken herabhangen ſieht. Eine ſolche Wolke mit Franzen gibt weit mehr Regen, als ſie enthalten könnte, und wird immer dunkler, je mehr Tropfen ſie herabſendet. Sie erhält ihr Waſſer in der Luftſchicht, in welcher ſie ſchwebt; ihr Abgang wird in dieſer beſtändig wieder erſetzt, und ſo wird ſie alle Augenblicke gleichſam zerſtört und wieder erneuert. Auf eben dieſe Art, nur etwas langſamer, geht es mit allen Nebeln und Wolken, auch mit denen, die nicht regnen.

Nachher hat zwar de Lüc ſeine Meinung von der Zerſetzung und Zuſammenſetzung des Waſſers geändert, aber gleichwohl die Behauptung beybehalten, daß das ausgedunſtete Waſſer in Gasform in die Atmoſphäre übergehe, und daraus wieder niedergeſchlagen werde.

Dieſe Theorie des Hrn. de Lüc hat beſonders Lichtenberg [f]) mit verſchiedenen Gründen zu unterſtützen geſucht. Er ſagt nämlich: es ſteigen beſtändig Dämpfe von der Erde auf, oft in ungeheurer Menge viele Tage hinter einander, ohne daß es deßwegen regnet und trüber wird. Was wird aus dieſem Waſſer? In der Höhe, wo es ſich nach der gemeinen Meinung hinzieht, findet es ſich nicht; gegentheils je höher man ſteigt, deſto trockener wird die Luft, ja ſie erreicht, bey immer fortdauernder Evaporation in der Ebene, öfters

f) Vorrede zur 5ten Auflage der Erxlebenſchen Naturlehre. S. XXXVI.

öfters einen Grad von Trockenheit auf den Bergen, der ſich in der Ebene gar nie findet, und doch iſt noch dazu die Luft in der Höhe kalt. Man weiß aber, daß ſelbſt eine ſehr trockene Luft, wenn ſie kälter wird, Feuchtigkeit zeigt. Wo alſo die Luft zugleich kalt und beträchtlich trocken iſt, da iſt gewiß wenig Waſſer in ihr. Und in dieſer ſo äußerſt trockenen Luft entſtehen plötzlich Wolken, und aus dieſen öfters Platzregen, die viele Stunden anhalten, das Land überſchwemmen, und wenn ſie vorüber ſind, ſo findet man den Zuſtand der Luft in Rückſicht auf Feuchtigkeit wenig oder gar nicht geändert. Woher kommt nun auf einmal dieſe ungeheure Menge Waſſer, die ſich durch die gewöhnliche Auflöſungstheorie ſchlechterdings nicht erklären ließe, ſelbſt wenn die Luft auf den Bergen warm und völlig ſaturirt geweſen wäre? Woher kommt es, daß ſehr große Gewitterwolken auf ihrem Zuge ganze Diſtrikte verhageln und überſchwemmen, während die Luft rings um ſie her, und gewiß auch über ihnen ſehr trocken iſt? Alles führt auf den Satz hinaus: aller Regen iſt zwar von der Erde aufgeſtiegen, aber zwiſchen dem Aufſteigen und dem Herabfallen befand ſich dieſes Waſſer in einem Zuſtande, worin es kein Gegenſtand für das Hygrometer, d. i. kein Waſſer mehr war, und da wir an den Stellen, wo es verſchwindet, bloß Luft finden, ſo iſt es in einen luftförmigen Zuſtand übergegangen, und der Regen iſt der umgekehrte Prozeß; er iſt kein Niederſchlag aus der Luft, ſondern die Luft ſelbſt wird bey deſſen Erzeugung auf irgend eine Weiſe wieder zerſetzt.

Nur bleibt noch die Frage, wodurch dieſe Bildung und Zerſetzung der Luft entſtehe? unbeantwortet. Die Anhänger de Lüc's vermuthen, daß dieſe Luft

nichts anders als Waſſer in Wärmeſtoff aufgelößt ſeyn könne, welchem ein Drittes die Permanenz gebe. Dieſes Dritte ſey vielleicht das elektriſche Fluidum. Denn bey der Entſtehung der Regen werde unläugbar Elektricität angetroffen. Was nämlich die Strichregen, Platzregen und beſonders diejenigen Regen betrifft, welche mit dem ſogenannten Graupenhagel begleitet ſind, ſo zeigen ſich ſtarke Spuren der Elektricität. Bey dem gewöhnlichen Landregen iſt zwar die Elektricität nie ſehr merklich wahrzunehmen; allein ſie iſt doch allemal da, wie die Beobachtungen hinlänglich gezeigt haben. Es ſey alſo die Elektricität das Bindungsmittel der in die Atmoſphäre aufgeſtiegenen Dämpfe, welches bey der Entſtehung des Regens wieder abgeſchieden, und die Dämpfe als concretes Waſſer abgeſondert werden.

De Lüc hatte aus ſeiner Theorie des Regens gegen die neuere Chemie verſchiedene Schlüſſe gezogen, welche bereits angeführt worden ſind. Man hat aber gegen ſeine Theorie mehrere Zweifel erhoben [g]). Hauptſächlich hat man angeführt, daß aus den Angaben der Hygrometer gegen die Auflöſungstheorie gar nichts gefolgert werden könne, und dann ſey die Meteorologie eine noch viel zu wenig gegründete Wiſſenſchaft, um daraus Schlüſſe gegen die neuere Chemie zu ziehen. Auf dieſe Einwürfe hat beſonders Lich-

g) Etwas über den Regen und de Lüc's Einwürfe gegen die franzöſ. Chemie von Mayer; in Gren's Journal der Phyſ. B. V. S. 37 f. Zylius über Lichtenberg's Einwürfe gegen das antiphlogiſt. Syſtem und gegen die Auflöſung des Waſſers in Luft. Ebendaſ. B. VI. S. 195 f. Ebenderſelbe über de Lüc's Lehre von der Verdunſtung und dem Regen. Ebendaſ. B. VIII. S. 51 f.

Lichtenberg [h]) alſo geantwortet: in Anſehung des erſten Einwurfs ſcheint die ganze Sache auf einen Wortſtreit hinauszulaufen. Es iſt nämlich die Rede von demjenigen Waſſer, welches in elaſtiſcher luftförmiger Geſtalt bey keiner Temperatur mehr auf das Hygrometer wirkt, und nicht mehr naß macht. Dieſes Waſſer nennt de Lüc Luft; die Gegner ſeines Syſtems nennen es aber immer noch Waſſer in Luft aufgelößt. De Lüc hat dabey das für ſich, daß ſich ſeine Luft vollkommen ſo verhält, wie gewöhnliche Luft, die man durch alle in menſchlicher Gewalt ſtehende Kunſtgriffe ausgetrocknet und von aller Feuchtigkeit befreyt hat. Darf man dieſe letztere trockene Luft nennen, ſo muß es ja auch von jener verſtattet ſeyn. Läßt man in eine ſolche Luft unter der Glocke nur die mindeſte Feuchtigkeit, welche die noch vorräthige Wärme nicht aufzulöſen im Stande iſt, ſo wird dieſes ſogleich durchs Hygrometer angezeigt. Man hat alſo Grund genug, eine Luft, in der das Hygrometer ſelbſt bey ſehr niedriger Temperatur keine Feuchtigkeit angibt, trocken zu nennen, und wenn ſich Beſtandtheile in ihr befinden, die vorher Waſſer waren, zu ſagen, dieſes Waſſer ſey jetzt Luft geweſen. Aber man ſetze doch den Streit über bloße Nahmen bey Seite, und ſehe auf die Sache ſelbſt. Es iſt hier das Phänomen zu erklären, daß oft in einer ſolchen für das Hygrometer ſehr trockenen Luft plötzlich eine ungemeine Menge Waſſer entſteht, und in Regengüſſen herabfällt. De Lüc erklärt dieſes durch eine Zerſetzung deſſen, was er Luft nennt, und worin ſich der Waſſerdampf verwandelt

h) Vorrede zur 6ten Auflage der Erxlebenſchen Naturlehre. S. XXXII f.

delt hatte; ſeine Gegner haben zwey verſchiedene Erklärungen, entweder durch Erkältung, die einen Niederſchlag des in der Luft aufgelößten Waſſers bewirkt, oder durch Waſſererzeugung aus Oxygen und Hydrogen. Die erſte dieſer Erklärungen iſt offenbar unzureichend, weil bey dem Phänomene die Luft ſchon ſehr kalt war, da ſie ſich fürs Hygrometer ſehr trocken zeigte, und eine ſo übermäßige Erkältung, als zu Niederſchlagung einer ſolchen Menge Waſſer erforderlich geweſen wäre, gar nicht bemerkt ward; die zweyte Erklärung iſt zwar etwas anders modificirt, als die de Lücſche, im Weſentlichſten läuft ſie aber ja ebenfalls auf eine Zerſetzung der Luft hinaus, in der das Oxygen und Hydrogen vorher enthalten waren. Alſo wird ja die Zerſetzung deſſen, was bis dahin Luft war, von beyden Seiten angenommen. Die Antiphlogiſtiker wollen nur Beſtandtheile und Verhältniß derſelben nach Maaß und Gewicht angeben, da hingegen de Lüc beſcheiden geſteht, daß ſich ſeine Kenntniſſe nicht ſo weit erſtrecken. Was den zweyten von der Unvollkommenheit der Meteorologie hergenommenen Einwurf anlangt, ſo ſoll man doch wohl nicht unſtreitige Beobachtungen des Meteorologen darum verſchweigen und unterdrücken, weil ſie der antiphlogiſtiſche Chemiker mit ſeinem Syſteme nicht vereinigen kann? Man geſtehe doch lieber, daß unſere ganze Naturlehre aus Bruchſtücken beſteht, die der menſchliche Verſtand noch nicht zu einem gleichförmigen Ganzen zu verbinden weiß. Was die chemiſchen Experimente im Kleinen erklärt, iſt doch darum noch nicht ſo ausgemachte einzige Wahrheit, daß es gar nicht mehr erlaubt wäre, Zweifel dagegen aus meteorologiſchen Erſcheinungen zu erheben.

Nach den Antiphlogiſtikern [i]) löſst ſich das Waſſer in der atmoſphäriſchen Luft auf zweyerley Weiſe auf; vermöge des Feuers, und ohne Feuer. Mit dem Feuer verbunden iſt das Waſſer in Geſtalt gehobener Dämpfe, oder in Geſtalt des Waſſergas, mit der atmoſphäriſchen Luft vermiſcht. Außerdem aber enthalten noch die verſchiedenen Gasarten, aus denen die atmoſphäriſche Luft beſteht, Waſſer in flüſſiger Geſtalt aufgelöſst. Das Hygrometer zeigt nur an, wie viel Waſſer in flüſſiger Geſtalt in der atmoſphäriſchen Luft enthalten iſt; aber es zeigt nicht an, wie viel Waſſer in Geſtalt von Eis, oder in Geſtalt von Gas die Luft enthält. Eine Luft kann daher zu Folge der Grade, welche das Hygrometer anzeigt, ſehr trocken zu ſeyn ſcheinen, und dennoch ſehr viel Waſſer in Gasgeſtalt enthalten. Daher kommt es, daß eine ſehr trockene Luft, bey ſtarker Erkältung, auf einmal feucht wird, und ſo entſteht oft aus einer ſehr trockenen Luft ein plötzlicher Regen von vielen tauſend Centnern Waſſer.

Auf eine andere Art entſteht der Regen durch die Verbindung des Waſſerſtoffs mit dem Sauerſtoffe vermöge des elektriſchen Funkens. Dieß geſchieht vorzüglich bey Gewittern, und beynahe alle Gewitterregen entſtehen auf dieſe Art. Im Großen geht hier genau das vor, was in dem Verſuche der Herren van Troſtwyk und Deimann im Kleinen vorgeht. Die Gewitter entſtehen vorzüglich bey heißer Witterung und im Sommer. Durch die Wärme, welche vor

i) Girtanner Anfangsgründe der antiphlogiſt. Chemie. Berlin 1795. 8. Cap. 39. S. 238 f.

vor dem Gewitter hergeht, wird ſehr viel Waſſer zerlegt, deſſen Sauerſtoff ſich zum Theil mit den Pflanzen verbindet, und deſſen Waſſerſtoff größtentheils in die Höhe ſteigt, und wegen ſeiner außerordentlichen Leichtigkeit bis in die höhern Regionen der Atmoſphäre gelangt. Dort trifft nun dieſer Waſſerſtoff eine große Menge Sauerſtoff an, und durch den elektriſchen Funken des Blitzes wird dieſe Miſchung entzündet, und in Waſſer verwandelt. Daher fällt bey den Gewittern eine ſo große Menge Regen auf einmal, und daher fängt es nie eher zu regnen an, als bis es geblitzt hat. Der Regen hört auf, ſobald es aufhört zu blitzen, weil alsdann kein Waſſer weiter entſteht.

Die Antiphlogiſtiker nehmen alſo zur Erklärung der Gewitterregen an, daß in den Schichten der Atmoſphäre, wo dergleichen entſtehen, eine ſehr große Menge Waſſerſtoff, oder brennbarer Luft, enthalten ſeyn müſſe, welche mehr als das Doppelte des Volumens der übrigen damit vermiſchten atmoſphäriſchen Luft betragen muß. De Lüc[k]) macht dagegen Einwürfe, welcher bereits angeführt, vom Herrn von Hauch aber ſehr treffend beantwortet worden ſind.

Gegen die von Lichtenberg angeführten Gründe für das de Lüc'ſche Syſtem behauptet Girtanner folgendes: die durch das Hygrometer angezeigte Trockenheit in höhern Regionen vor und nach dem Regen beweiſe noch nicht, daß das zur Bildung des Regens erforderliche Waſſer nicht als Waſſer in der Atmoſphäre enthalten geweſen ſeyn könne; denn das Hygrometer zeige

k) Schreiben an Fourcroy über die moderne Chemie; a. d. Journal de phyſique überſetzt in Gren's Journal der Phyſik. B. VII. S. 136 f.

zeige nur die größere oder geringere Menge von Waſſer an, welche die Luft, nach ihrer Anziehungskraft, nicht mehr faſſen kann; und man dürfe ſich nur eine richtige Idee von dem Ausdünſtungsprozeſſe machen, um begreifen zu können, warum das Hygrometer, in Anſehung der Quantität des in der Luft enthaltenen Waſſers, im geringſten nichts entſcheiden könne. Wenn wir uns die Luft als eine vom Waſſer verſchiedene Subſtanz gedenken, welche aber durch Anziehung ſich mit dem Waſſer innigſt verbinden kann, ſobald daſſelbe durch den Wärmeſtoff hinlänglich verfeinert, und in einen Dunſt verwandelt worden iſt; ſo haben wir unſtreitig den richtigſten Begriff von der Art, wie das Waſſer von der Atmoſphäre aufgenommen wird, und in ihr, gleichſam wie die Theile eines aufgelößten Körpers in dem Auflöſungsmittel, enthalten iſt. Hier wirkt die Ziehkraft der Luft auf die Theilchen des Waſſerdunſtes, das Waſſer folgt dieſer Vereinigung, nachdem es durch den Wärmeſtoff dazu vorbereitet war, und hängt ſich an die Lufttheilchen, ohne ſonſt eine Veränderung ſeines Zuſtandes erfahren zu haben. Daß es ſich im Zuſtande dieſer innigſten Vereinigung mit der Luft nicht an die Subſtanz eines Hygrometers hängen kann, iſt klar (das Waſſer hat in dieſem Falle eine größere Verwandtſchaft zu der Luft, als zu der Subſtanz des Hygrometers). Das Waſſer kann ſich nur dann mit dem Hygrometer verbinden, wenn die Anziehungskraft der hygrometriſchen Subſtanz zum Waſſer, oder zu den Waſſertheilchen in der Luft, ſtärker iſt, als die Kraft, womit die Waſſertheilchen von der Luft ſelbſt gezogen werden; und ſo kann die Luft mit Waſſer geſättigt ſeyn, und das Hygrometer dennoch vollkommene Trockenheit zeigen; ein Umſtand, der eben ſo wenig ſonderbar ſcheint, als

 warum

warum Gold in Königswaſſer aufgelößt ſich nicht an einen Stab Eiſen hängen kann, ſo lange es in jener Verbindung ſteht. Durch dieſe Verwandtſchaft der Luft zum Waſſer kann demnach eine ungeheure Menge Waſſer in die Atmoſphäre aufgenommen werden, ohne daß uns das Hygrometer von der Gegenwart deſſelben belehrte. Wächſt dieſe Ziehkraft der Luft, ſo muß das Hygrometer zur Trockenheit gehen; und nimmt ſie ab, ſo muß es Feuchtigkeit zeigen, wenn gleich die Temperatur dieſelbe geblieben iſt. Ueberhaupt ſcheint es, als ob die Veränderung der Temperatur am wenigſten zum Niederſchlagen des Waſſers in der Luft beytrage. Höchſtens können dadurch leichte Nebel, aber keine Platzregen und Wolkenbrüche erklärt werden. Man muß ſich nämlich vorſtellen, daß außer den Waſſerdünſten, welche die Luft durch ihre Anziehungskraft in ſich aufnimmt, auch noch Waſſertheilchen, zumal wenn die Ausdünſtung ſtark iſt, mechaniſch in die Atmoſphäre erhoben werden durch die ſpecifiſche Leichtigkeit, die ſie durch den mit ihnen verbundenen Wärmeſtoff erhalten. Nur dieſes Waſſer ſcheint durch eine Aenderung der Temperatur aus der Luft niedergeſchlagen werden zu können; ſobald nämlich die Dunſtbläschen jenen Wärmeſtoff abzuſetzen genöthigt ſind, folgen ſie ihren eigenen Ziehkräften, und vereinigen ſich in merkliche Tröpſchen oder Bläschen, und trüben die Luft, aber wegen ihrer ungleich geringern Menge ſcheint dadurch kein Regen entſtehen zu können. Auch hat de Lüc gezeigt, daß in keinem Falle ſich vor einem ſtarken Regen eine ſo beträchtliche Veränderung der Temperatur in einer Luftſchicht ereigne, daß dadurch der Regen erklärt werden könne. Es muß demnach der aus der Luft niederfallende Regen auf eine von der Temperatur unabhängige Art erklärt

werden;

werden; und das wird geſchehen, wenn wir anneh- men, das zur Bildung eines Regens erforderliche Waſſer rühre von der ungleich größern Menge von Waſſertheilchen her, welche nicht auf obgedachte me- chaniſche Art, ſondern durch wirkliche Verwandtſchaft mit der Luft vereinigt waren, durch kein Hygrometer angezeigt wurden, und bloß durch eine Verminderung dieſer Verwandtſchaft, oder Ziehkraft, ſich aus der Luft präcipitirten. So kann demnach bey vermehrter Ziehkraft der Luft das Waſſer, ohne übrigens ſeine Natur zu ändern, an der Baſis der Atmoſphäre Mo- nate lang verdunſten, und als Waſſer ſich mit der Luft verbinden, ohne im Zuſtande dieſer innigen Ver- bindung irgend auf das Hygrometer wirken zu kön- nen; und ſo kann demnach auch das Hygrometer in einer Luftſchicht große Trockenheit zeigen, und dennoch ſo viel Waſſer in ihr enthalten ſeyn, daß, wenn die Luft in dieſer Schicht ſchnell ihre Ziehkraft zum Waſ- ſer verliert, Feuchtigkeit entſtehen, Platzregen und Wolkenbrüche ſich ergießen können, indem alle angren- zende Luft in dem Zuſtande der vollkommenſten Trocken- heit, nach der Anzeige des Hygrometers, bleiben kann. So lange die Urſache dieſer Verminderung der Zieh- kraft in jener Luftſchicht fortdauert, wird beſtändig Waſſer abgeſetzt, und an die Stelle des abgeſetzten von den rings herum befindlichen Schichten immer wieder Luft zugeführt, die in dieſer Schicht ihr Waſ- ſer abſetzt, bis endlich die Urſache jener Verminderung der Ziehkraft aufhört, und alles wieder in den vorigen Stand kommt. Begreiflich kann dann das Hygrome- ter auch wieder Trockenheit, wie zuvor, zeigen, und das Wunderbare, das de Lüc in den Phänomenen des Regens fand, wird ſolchergeſtalt nicht mehr uner- klärbar ſeyn, ſich auch ſehr wohl mit der Ausdün-

ſtungs-

ſtungstheorie vertragen, ſobald man alles aus dem wahren Geſichtspunkte betrachtet, und nicht von dem Hygrometer mehr verlangt, als was es ſeiner Natur und Beſchaffenheit nach anzeigen kann. So wenig dieſes Werkzeug die Gegenwart des Waſſers in dem Waſſerdampfe, wenn er 212 Fahrenh. Grad heiß iſt, anzeigen kann, und ſo gewiß es iſt, daß es in dieſem Dampfe vollkommene Trockenheit zeigt, ungeachtet die Theilchen des Waſſers in dieſem Dampfe doch immer als Waſſer enthalten ſind; eben ſo gewiß iſt es auch, daß das Waſſer, ohne ſeine Natur verändert zu haben, mit der Luft verbunden ſeyn kann, ohne daß es ſeine Gegenwart dem Hygrometer offenbarte.

Hube[1]) führt gegen die Verwandlung der Luft in Waſſer folgende Gründe an: würde die Luft wirklich in Waſſer verwandelt, ſo müßten durch die Bildung der Wolken leere Räume entſtehen, in welche die angrenzende Luft von allen Seiten her mit Gewalt ſtürzen würde. Es müßte daher die Entſtehung der Wolken allemal mit Stürmen verbunden ſeyn, welche an dem Orte, wo ſich die Wolken bilden, zuſammenſtießen. Dieß iſt aber wider alle Erfahrung. Denn man ſieht ſehr oft die dickſten und ſchwerſten Gewölke ſich in einer ganz ruhigen und ſtillen Luft zuſammenziehen, ob ſie gleich nachher, wenn ſie ſich bereits gebildet haben, Winde veranlaſſen. Ferner müßte der Druck der Atmoſphäre allemal beträchtlich abnehmen, wenn ſich die Luft in Waſſer verwandelte, und dieſes auf die Erde herabfiele. Das Barometer müßte alſo nach anhaltendem ſtarken Regen allemal ſehr merklich

1) Ueber die Ausdünſtung und ihre Wirkung in der Atmoſphäre. Leipzig 1790. 8. XVI. Kap. S. 327.

lich fallen, und es könnte unmöglich während ſolcher Regen, oder gleich nach ihnen, jemals ſteigen, wie es doch vermöge der Erfahrung gewöhnlich zu thun pflege. Daraus zieht nun Hube die Vermuthung: daß die Luft auf eine uns unbekannte Art in Waſſer verwandelt werde, widerſpreche der Erfahrung. Zugleich äußert er, weil dieſe Hypotheſe, ſelbſt aus andern Gründen, nicht wahrſcheinlich ſey, daß er derſelben gar nicht würde erwähnt haben, wenn ihr de Lüc nicht ſeinen Beyfall gegeben hätte.

Dagegen führen diejenigen, welche de Lüc beypflichten, folgendes an: die Erfahrung lehre wirklich, daß bey der plötzlichen Entſtehung der Wolken von beträchtlicher Größe und der Regengüſſe jederzeit ſtarke Winde entſtünden; bildeten ſich aber Wolken langſam, ſo würden auch die leeren Räume, welche dadurch entſtünden, von der angrenzenden Luft allmählig angefüllt, ohne eben große Stürme auf der Erdfläche zu veranlaſſen. Ueberdem könne es aber auch in den obern Regionen ſtarke Winde geben, da indeſſen an der Erdfläche eine vollkommene Windſtille herrſche. In Anſehung des Barometers aber ſey es ja eine bekannte Erfahrung, daß daſſelbe gewöhnlich zu fallen pflege, wenn ſich Wolken zu bilden anfangen, oder wenn es regnen wolle, beſonders bey der Entſtehung eines Landregens; und wenn das Barometer wieder ſteige, ſo geſchehe dieß erſt nach Verlauf eines Zeitraums, während deſſen der Gewichtsverluſt, welcher durch Zerſetzung der Luft entſtanden war, durch Luft aus den angrenzenden Gegenden reichlich hätte erſetzt werden können. Man habe daher gar keine Urſache, dieſer Einwürfe wegen die Entſtehung des Regens durch Zerſetzung der Luft aufzugeben.

Hube

Hube[m]) ſelbſt erklärt die Entſtehung des Regens auf folgende Art: die Elektricität, welche bey der Entſtehung der Wolken ſo wirkſam iſt, iſt auch die vornehmſte Urſache der Erhaltung derſelben. Dadurch werden die Bläschen aufgeſchwellt, und in gehöriger Entfernung von einander gehalten. Aber die Wolken verlieren ihre Elektricität nicht allein bey der Berührung mit den Bergen, ſondern auch ſchon in einer gewiſſen Entfernung von der leitenden Erde, da die Luft bald mehr, bald weniger, aber doch immer etwas leitend iſt. Sobald dieſer Verluſt beträchtlich genug iſt, ſo fließen die Bläschen der Wolken ſo ſtark zuſammen, daß ſie in Tropfen herunterfallen. Wie ſehr viel der Verluſt der Elektricität zu dem Regen beyträgt, ſehen wir beſonders bey den Gewittern ſehr deutlich. Wenn die Gewitter auch ohne Regen anfangen, ſo regnet es doch zuletzt gewiß, wenn nur das Blitzen lange genug anhält, und der dadurch verurſachte Verluſt der Elektricität groß genug wird. Auch fallen gewöhnlich die heftigſten Platzregen aus den Gewitterwolken, und mehrentheils regnet es kurz vor oder nach einem heftigen Donnerſchlage viel ſtärker als vorher, weil die elektriſche Materie, noch ehe ſie in einen Funken austritt, ſchon anfängt, in Menge durch die Luft zu dringen.

Oft bezieht ſich der Himmel bey Tage nach und nach, aber es fängt erſt in der Nacht an zu regnen. Dieſe ſehr gemeine Erſcheinung läßt ſich leicht daraus begreifen, daß die Wolken ſich des Abends tiefer gegen die Erdfläche ſenken, und daß die untere Luft bey

m) Vollſtändiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. B. II. S. 223 und 241 f.

bey der Nacht feuchter, alſo auch leitender iſt, als bey Tage.

Nach ſtarken Gewittern pflegt es oft mehrere Tage nach einander zu regnen; wahrſcheinlich, weil die Luft durch die Gewitterwolken ſehr ſtark elektriſirt wird, und dieſe mitgetheilte Elektricität nicht ſogleich ganz verliert, alſo auch nachher noch eine Zeitlang eine geſchwächte Ziehkraft behält. Oft bemerkt man auch, daß es, wenn es geregnet hat, nicht kälter, wohl gar wärmer oder ſchwühl wird. Es muß alſo alsdann die Ziehkraft der Luft durch die mitgetheilte Elektricität immer noch geſchwächt bleiben, weil entweder neue Niederſchlagungen in der Luft vorgehen, welche allemal Wärme erzeugen, oder wenigſtens unſer Körper nicht auf die erſte Art trocknet. Aber die Erfahrung lehrt auch, daß es in dieſem Falle bald wieder zu regnen anfängt. Kühlt ſich hingegen das Wetter nach dem Regen ab, ſo iſt das ein Zeichen, daß die Luft ihre urſprüngliche Elektricität wieder in voller Stärke erhalten hat, und daß alles in ihr auf die erſte Art trocknet, alſo durch die Trocknung Kälte erzeugt wird. Daher pflegt unter dieſen Umſtänden ſich der Himmel, oft ſogar des Nachts, ganz aufzuklären, wenn die obere Luft trocken genug iſt, um die ihrer Elektricität beraubten Wolken aufzulöſen.

Am deutlichſten zeigt die Abwechſelung der Jahrszeiten in dem heißen Erdſtriche den großen Einfluß der mitgetheilten Elektricität auf die Ziehkraft der Atmoſphäre. Denn es regnet hier mehrere Monate nach einander in einem fort, mehrentheils ſehr heftig; und wenn endlich dieſe Regengüſſe aufhören, und der Himmel ſich aufklärt, ſo erhält die Atmoſphäre auf einmal eine ſo große Ziehkraft, daß ſie viele Monate nach ein-

einander das Waſſer auf die erſte Art auflößt, und man faſt gar keine Wolke am Himmel ſieht. Wäre hier die Verminderung der wahren Feuchtigkeit der Atmoſphäre durch den Regen die einzige, oder wenigſtens die vornehmſte Urſache ihrer vermehrten Ziehkraft, ſo könnte kein Regen lange anhalten, ſondern trübes und gutes Wetter müßten das ganze Jahr über abwechſeln, und die Atmoſphäre würde beſtändig mit Feuchtigkeit beynahe geſättigt ſeyn. Alſo iſt es vorzüglich die Wirkung der elektriſirten Wolken auf die Atmoſphäre, der man die große Schwächung ihrer Ziehkraft zuſchreiben muß; ſobald die obere Luft ſo viel Dünſte verloren hat, daß ſie die Wolken auflößt, ſobald alſo jene elektriſche Wirkung aufhört, ſo wird auch die Atmoſphäre auf einmal ganz ungemein trocken.

De Lüc's Syſtem iſt noch mehr von Zylius[n]) beſtritten worden, dem auch zuletzt Gren[o]) beypflichtete. Der Meinung derjenigen, welche behaupteten, daß der Regen ein wirklicher Niederſchlag der in der Luft aufgelößten Dünſte ſey, ſtehe zuerſt entgegen, daß die Verdunſtung ohne alle Luft ſtatt finde, ja dann noch beſſer ſtatt finde, und hierauf, daß die mit Waſſerdunſt beladene Luft bey gleicher Wärme und abſoluter Elaſticität nach de Sauſſüre's Beobachtungen ein geringeres ſpecifiſches Gewicht habe, als die trockene, welches nicht ſeyn könnte, wenn das Waſſer ſo in der Luft aufgelößt wäre, als Salz im Waſſer aufgelößt iſt. Es könne daher das Waſſer nur als der ſpecifiſch leichtere Theil, als Dampf, in der Luft enthalten ſeyn.

Was

n) Prüfung der neuern Theorie de Lüc's vom Regen, und ſeiner daraus abgeleiteten Einwürfe gegen die Auflöſungstheorie. Berlin 1795. 8.

o) Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. §. 947. 948.

Was nun aber die Folgerungen betreffe, welche de Lüc mit ſeinen Anhängern aus den hygrologiſchen anerkannten Erfahrungen abgeleitet haben, ſo irrten ſie ſehr, daß das Hygrometer die Abweſenheit oder Anweſenheit aller wäſſerigen Baſis in der Atmoſphäre anzeigen ſolle, mithin auch das luftförmige Waſſer. Die Erfahrungen de Lüc's lehrten ja ſelbſt, daß eine empfindliche hygroſkopiſche Subſtanz im Waſſerdampfe, der durch die nöthige Wärme durchaus im elaſtiſchen Zuſtande erhalten wird, auf Trockniß zeige. Nur dann, wenn ein Theil des Dampfs durch Abkühlung und Zuſammendrückung zerſetzt werde, entſteht Feuchtigkeit im Dampfe durch die jetzt abgeſchiedene Baſis. Das Hygrometer werde alſo in der Luft nur von demjenigen Waſſer afficirt, das als höchſt fein zertheiltes liquides Waſſer darin ſchwebt, und durch Zerſetzung des Dampfs darin niedergeſchlagen iſt. De Lüc müſſe erſt beweiſen, daß die hygroſkopiſche Subſtanz ſeines Hygrometers auch Waſſerdämpfe bey gleicher Temperatur mit demſelben zerſetze, oder zur Baſis des Waſſerdampfs eine ſtärkere Anziehung habe, als der Wärmeſtoff; ſonſt brauche man mit de Lüc ſich nicht zu verwundern, daß das Hygrometer in hohen Gegenden der Atmoſphäre auf große Trockniß zeigen, und doch in dieſen Gegenden oft plötzlich ungemein viel Regen entſtehen könne, und man könne ihm nicht die Folgerung zulaſſen, daß dieſes Waſſer nicht als Dampf, ſondern als Luft in der Atmoſphäre zugegen geweſen ſeyn müßte.

Die Einwürfe des Hrn. Zylius gegen de Lüc's Syſtem hat Lichtenberg in einer nach ſeinem Tode herausgekommenen kleinen Schrift oft mit Bitterkeit zu begegnen, und des letztern Theorie zu vertheidigen geſucht.

Nachdem Wiegleb, Wurzer und Andere gefunden zu haben glaubten, daß ſich der Waſſerdampf in Stickgas verwandele, ſuchte Mayer eine neue Theorie des Regens zu entwerfen. Die aufſteigenden Dünſte ſollten ſich hiernach in Stickgas auflöſen, welches bey der Neigung zum Regen wieder zerſetzt werde.

Endlich hat der Hr. von Arnim p) die Reſultate aller bisher entworfenen Theorien über die Entſtehung des Regens geſammelt, und einer Prüfung unterworfen. Das erſte Erforderniß ſey hierbey eine bequeme Ueberſicht aller Antworten auf die wichtige Frage: in welchem Zuſtande hat ſich das Waſſer, welches wir im Regen, im Schnee u. ſ. f. herabfallen ſehen, vorher in der Atmoſphäre befunden? Die erſte Eintheilung biethe ſich uns dar, je nachdem die Phyſiker entweder nur einen oder mehrere Zuſtände deſſelben angenommen hätten. Zu den erſtern gehören de Sauſſüre und faſt alle älteren Phyſiker; zu den letztern vorzüglich de Lüc, da er beyde Zuſtände, als Waſſerdunſt und in Luft verwandelt, als unabhängig von einander betrachte; auch Zylius, in ſo fern er glaube, daß das Waſſer nach ſeiner Abſcheidung aus der Luft noch lange als Waſſerdunſt darin bleiben könne. Nach der verſchiedenen Art, wie das Waſſer verändert ſeyn könne, ergebe ſich außerdem folgende Eintheilung der Syſteme:

Das Waſſer iſt in der Atmoſphäre

1. verändert

   a. durch Verbindung

      α. mit einem darſtellbaren Stoffe, nämlich der atmoſphäriſchen Luft (de Sauſſüre und Andere);

β.

p) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. IV. S. 308 f.

β. mit einem nicht darſtellbaren, hypotheti‐
ſchen Stoffe
aa. mit Wärmeſtoff
bb. mit Elektricität
cc. mit Feuer und einem aeriſirenden Stoffe
(de Sauſſüre)
b. durch Zerlegung
α. in Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas
β. in Stickgas u. ſ. f.
2. unverändert (Syſtem der Adhäſion, der mecha‐
niſchen Zertheilung faſt aller ältern Phyſiker).

Die Meinung von der feinen Zertheilung des Waſſers in der Luft habe keine Anhänger mehr, und auch keinen haltbaren Grund, da eine der gewaltſamſten Erklärungen, daß das Waſſer in der Luft, welches keine der Eigenſchaften des Waſſers mehr zeige, doch noch unverändert wäre, zu ſeiner Begründung erfordert werde.

Die Zerſetzung des Waſſers nach der Lavoiſierſchen Theorie könnte nur durch einen ähnlichen Zwang auf die Meteorologie angewandt werden, da man weder da, wo Waſſer entſtand, vorher Waſſerſtoffgas fand, noch die den Regen begleitenden Umſtände einer Verbrennung ähnlich ſehen. Dieſe Zerſetzungstheorie könnte indeſſen doch wohl einer Modifikation fähig ſeyn, wodurch ſie wiederum der Unterſuchung zu empfehlen ſeyn würde. Schon Herr von Humboldt habe aus der Menge von Waſſerſtoffgas, die bey vielen Prozeſſen in der Natur ſich entwickelte, und doch nicht in der Luft angetroffen werde, vermuthet, daß dieſes ſich mit dem Stickgas in einer noch unbekannten Verbindung befinden möchte. Vielleicht, daß dieſes

Stickgas eben ſo wirke, wie die Kohle in Verbindung mit dem Waſſerſtoffe, und die Verbindung mit dem Sauerſtoffe zu Waſſer, ohne vorhergehende Temperaturerhöhung vermittelt.

Viel größere Wahrſcheinlichkeit habe das von Mayer angegebene Zerſetzungsſyſtem in Stickgas gehabt, ſo lange Wiegleb's, Wurzer's und Anderer Verſuche ſich beſtätigt hätten; ſeitdem dieſe aber, beſonders durch den Hrn. von Hauch, wiederlegt worden, bleibe auch dieſe Theorie ohne Nutzen.

Die Verbindung mit dem Wärmeſtoffe mache das ältere de Lüc'ſche Syſtem aus, und ſey ein Theil des neuern; auch Zylius nehme dieſen Zuſtand des Waſſers nach der Trennung von der Luft an. Da aber bis jetzt den Wärmeſtoff Niemand kenne, ſo wolle er, um Irrthum zu vermeiden, das Produkt ſeiner Verbindung Waſſer nennen. Der Waſſerdampf ſey eine luftförmige Flüſſigkeit, in welche ſich das Waſſer ohne Hinzukommen eines andern Stoffs bey einem durch den Luftdruck beſtimmten Wärmegrade verwandele, und welche das Eigenthümliche habe, zerſetzt zu werden, wenn man bey dem Wärmegrade, bey dem ſie ſich erzeugte, den Druck vermehre, oder bey unverändertem Drucke, bey dem ſie ſich bildete, die Wärme vermindere. Dieſe Eigenſchaft, welche alle Phyſiker dem Waſſerdampfe beylegten, finde ſich bey jenem, welchen die angeführten Meteorologen annähmen, gar nicht. Nach de Lüc ſollte er die Urſache der Hygrometerveränderungen ſeyn. Das Hygrometer zeige aber dieſe in einer Temperatur und bey einem Luftdrucke, wobey kein Waſſerdampf vorhanden ſey; außerdem ſetze ſich auch bey jeder Temperatur nur ein Theil des in der Luft enthaltenen Waſſers ab. Dieſer

ſer Stoff könne daher kein Waſſerdampf ſeyn. Daſſelbe gelte auch von dem, was de Lüc zu ſeiner Vertheidigung gegen dieſen Einwurf anführe, der ſich jedem ſogleich als eine bloße Annahme aufdringen müſſe. Die Luft ſoll nach ihm durch ihre Umhüllung dieſen Waſſerdunſt gegen ihren eigenen Druck ſchützen. Ihm ſcheine hierin ein Widerſpruch zu liegen.

Sey es angenommen, daß bey dem Luftdrucke und bey der Temperatur der Luft an der Erde das Waſſer noch nicht permanent dampfförmig ſeyn könne, und ſtellten wir damit die allgemeine Urſache der Wärmeverminderung, je höher wir ſteigen, zuſammen, nämlich die Vermehrung der Wärmecapacität derſelben Luft, nach dem Verhältniſſe ihrer Verdünnung, ſo werde auch das Waſſer in keiner Höhe permanent dampfförmig ſeyn; nur örtliche Urſachen würden es in Dampfgeſtalt verwandeln.

Nehme man aber einen Waſſerdunſt bey jeder Temperatur an, ſo habe freylich Zylius der Erfahrung gemäßer angenommen, daß das Waſſer, ſo lange es noch in Luftform ſey, nicht auf das Hygrometer wirke, und er geſtehe, daß ſich Lichtenberg um die Hygrometrie ſehr verdient gemacht haben würde, wenn er, ſtatt bey dieſer Stelle ſeinem Gegner den Verſtand abzuſprechen, de Lüc gegen dieſen Einwurf vertheidigt hätte, insbeſondere da es hauptſächlich der einzige und Haupteinwurf des Hrn. Zylius gegen de Lüc ſey. Sey aber, wie er glaube, erwieſen, daß der Waſſerdampf, welcher von den Phyſikern in ſo vielen Verhältniſſen unterſucht ſey, nicht, wie de Lüc behaupte, die Urſache der Hygrometerveränderungen ſeyn könne, weil dieſe vorgingen, wo jener gar nicht exiſtiren könne;

ſo ſey dieß ſchon eine Lücke in jenem Syſteme, die nicht leicht ausgefüllt werden könne.

Dieß führe ihn unmittelbar auf die Frage, wie das Hygrometer afficirt werde? Daß das Waſſer jene Veränderungen hervorbringe, nehme er als erwieſen an; die Meinungen ſeyen nur darin getheilt, ob ſich das Waſſer chemiſch mit den hygroſkopiſchen Subſtanzen verbinde, oder ob es ſich bloß anhänge, und ſich in die Zwiſchenräume lagere. De Sauſſüre und de Lüc entſchieden für die chemiſche Wirkung, Zylius für die bloße Adhäſion. Die erſtern hätten alle Analogie mit den Salzhygrometern für ſich, die ſich chemiſch mit dem Waſſer verbänden, und dem Gange der Haarhygrometer und anderer ſich näherten; ferner die gewaltſame Wirkung befeuchteter hygroſkopiſcher Stoffe, z. B. die Trennung von Steinmaſſen durch angefeuchtete Keile; endlich der Verluſt aller Eigenſchaften, den das Waſſer durch dieſe Verbindung erleide. Die Gründe des Hrn. Zylius dagegen: 1. daß in jeder chemiſchen Verbindung des Körpers, der als Beſtandtheil mit andern Körpern chemiſch vereinigt werde, dadurch die Aeußerung ſeiner charakteriſtiſchen Wirkungen verliere; und 2. daß dieſe Verbindung durch keine phyſiſche Kraft aufgehoben, und dem Körper ſeine vorigen eigenthümlichen Beſchaffenheiten wieder gegeben werden könnten, dieſes aber bey dem Waſſer in hygroſkopiſchen Subſtanzen nicht der Fall ſey, daß daher, wenn Buchsbaum und Elfenbein ſich wie ein Schwamm zuſammendrücken ließen, das Waſſer ſich eben ſo daraus wieder herſtellen würde: — dieſe Einwürfe bedürften eigentlich als bloße Hypotheſe gar keiner Widerlegung. Doch füge er noch hinzu, daß, wenn wir uns an einer hygroſkopiſchen Subſtanz

ſtanz befeuchteten, zwey Fälle eintreten könnten; entweder wir nähmen Waſſer hinweg, welches bloß dem Stoffe adhärire, ſo wie ſchwefelſaure Kalkerde mit Schwefelſäure befeuchtet werden könne; oder wir entriſſen das Waſſer durch chemiſche Anziehung, und der Druck darauf ſey nur nöthig, um die beyden Körper in eine vollkommene Berührung zu bringen. Ein Schwamm vereinige beydes, ein Theil des Waſſers ſey mit ihm chemiſch verbunden, ein anderer hange bloß in ſeinen vielen Höhlungen; eben daher könne auch dem Schwamme durch bloßen Druck nur dieſer Theil des Waſſers genommen werden. Aber weil das Hygrometer das Waſſer chemiſch binde, ſo brauche es darum noch nicht chemiſch einem andern Körper, z. B. der Luft, das Waſſer zu entziehen; es wäre daher immer noch unbeſtimmt, ob es bloß das Waſſer, wie Zylius meine, anzeige, welches ſich aus der Luft auf irgend eine Art abgeſchieden habe, oder ob es auch Waſſer dadurch anzeige, daß es daſſelbe abſcheide? Er glaube das letztere mit Grund bejahen zu können. Wenn wir in eine Luft, die im Mittel der Feuchtigkeit ſich befindet, die alſo durchaus noch keine Feuchtigkeit abſetzt, ſondern ſie noch begierig verſchluckt, ein bis zum Trockenpunkte zurückgebrachtes Hygrometer ſetzen: ſo ſteige dieſes, es verbinde ſich Waſſer damit. Dieſer Verſuch beweiſe die Abſcheidung des Waſſers durch hygroſkopiſche Subſtanzen hinlänglich; zugleich widerlege er auch die Gründe des Hrn. Zylius gegen das Hygrometer überhaupt, die nicht bloß die Hygrometrie zu modificiren, ſondern gänzlich aufzulöſen droheten.

Das Aufſteigen des Waſſers durch die Verbindung mit Elektricität ſey bloß hypothetiſch, mithin die ganze Erklärung deßhalb nicht genügend.

De Lüc nehme nach ſeinem neueſten Syſteme eine Verbindung mit Feuer und einer dritten aeriſirenden Subſtanz zu Luft an. Waſſer und Feuer, ſagt de Lüc, ſind allen Luftarten gemein; jenes iſt der wägbare Theil derſelben, und ſie unterſcheiden ſich nur durch das Verhältniß dieſer Beſtandtheile und durch den aeriſirenden Stoff. Das Hygrometer zeige dieſes Waſſer nicht an, ſondern nur das als Dampf darin enthaltene. Allein wir hätten ſchon vorher geſehen, daß ſich gegen dieſe letztere Vorſtellungsart ſehr gegründete Einwürfe darböthen, daß dadurch die de Lüc'ſche Theorie den Erklärungsgrund für die Hygrometerveränderungen verliere; nicht ſo unmittelbar laſſe ſich etwas gegen de Lüc's eigentliches Syſtem ſagen.

Daß es nicht durch Verſuche begründet ſey, und überhaupt dadurch nicht begründet werden könne, folge ſchon daraus, weil jene Stoffe nicht wägbar und nicht dargeſtellt wären; daß es aber leicht ſey, durch ſolche Stoffe zu erklären, ſey eben ſo gewiß. Er würde daher keinen Augenblick anſtehen, wenn keine darſtellbaren Stoffe zur Erklärung der meteorologiſchen Erſcheinungen, wenn ſelbſt ein hypothetiſcher Stoff dazu nicht genügte, ſich zu de Lüc's Theorie zu bekennen.

Vielmehr iſt Herr von Arnim geneigt, ſeine Zuflucht zu dem Auflöſungsſyſteme zu nehmen. Denn wenn das Waſſer weder unverändert noch als Dampf in der Atmoſphäre ſich befinden könne, und es den Grundſätzen einer richtigen Naturbetrachtung widerſpreche, die Verbindung mit hypothetiſchen Stoffen anzunehmen; ſo bleibe uns nichts übrig, als die Auflöſungstheorie. Er ſagt, de Lüc hat dieſe Theorie nicht in ihren Gründen, ſondern in ihrer Anwen-

dung

dung auf die meteorologiſchen Erſcheinungen beſtritten. Insbeſondere ſtellte er derſelben zwey Beobachtungen auf dem Buat entgegen. Dieſe Luft ward nämlich immer trockener, je höher er ſtieg. Gegen dieſe Beobachtungen aber erinnert von Arnim folgendes: ſie ſind nicht gleichzeitig an beyden Orten angeſtellt; ſie ſtimmen nicht mit den oft wiederholten Verſuchen de Sauſſüre's überein; und endlich können ſie nichts ausmachen, weil die Luft, die einen Berg umgibt, ſehr verſchieden von der übrigen ſeyn müſſe, ſo wie überhaupt die Luft um jeden hygroſkopiſchen Körper. Da nun de Lüc ferner wahrnahm, daß, ungeachtet der Trockenheit auf dem Berge, ſich in dieſer Gegend Wolken zuſammenzogen, worauf es ſtark regnete, wobey ſich aber der Hygrometerſtand unter dem Obdache nicht ſehr veränderte, ſo ſchloß er daraus, daß, um Feuchtigkeit aus der Luft abzuſcheiden, dieſe nicht bis zum Maximum feucht zu ſeyn brauche. Herr von Arnim erinnert aber dagegen: es fehle uns an Beobachtungen, ob dünnere Luft, als die mittlere an unſerer Erde, das Hygrometer auch bey ihrer größten Feuchtigkeit bis zu dem in jener beſtimmten Maximum erheben könne. Aber wenn ſich auch dieß nicht fände, ſo bildete ſich der Regen doch immer nicht da, wo das Hygrometer beobachtet wurde, und der Wind hätte ſchon abgeſchiedene Feuchtigkeit in Wolken dahin treiben können.

Ein dritter Einwurf werde von der Menge des herabgefallenen Regens hergenommen. Wenn man auch annehme, daß die Temperaturveränderung groß genug ſey, und ein Theil der obern Luft das Maximum überſteige und Waſſer abſcheide, wie wolle man die große Menge erklären, die wir herabfallen ſehen?

Hier müſſe auf die abſolute Menge von Waſſer in der obern Luft, alſo auch auf den Wärmegrad, und was nicht vergeſſen werden müſſe, auch auf die Verdünnung geſehen werden. Die Wärme vermehre das Waſſerfaſſungsvermögen der Luft, die Verdichtung vermindere es. Die Wirkung der letztern ſey nicht genau beſtimmt, de Sauſſüre ſelbſt habe erſt ſpät in der Meteorologie Gebrauch davon gemacht. Für die erſtere habe de Sauſſüre eine Tafel aus Verſuchen berechnet; nach ihr ſey bey 30° nach Reaum. und 98° des Hygrometers der Waſſergehalt nur 20,7 Gran; wie viel geringer ſey er daher nicht in jenen kältern obern Luftſchichten! Indeſſen ſey es merkwürdig, daß in Rückſicht des Waſſergehalts der Luft die ältern Verſuche ſo ſehr von den Sauſſüriſchen abwichen. Auf den Branderſchen Hygrometern ſey angemerkt, daß man 2 Gran Waſſer in 1 Cubikfuß Luft nur für jede 3 Grade des Hygrometers rechnen könne, und dieſes ſey in 360° eingetheilt. Freylich verdienten hier Sauſſüre's ſorgfältigere Verſuche mehr Zutrauen; auch laſſe ſich dieſe Schwierigkeit ohne Zwang, und ohne der Auflöſungstheorie zu widerſprechen, erklären.

Wenn wir nun hiernach einen Ueberſchlag machten, wie viel Waſſer bey einer Regenbildung von 800 Fuß Höhe, wenn jeder Cubikfuß nur 3 Gran dazu im Durchſchnitte liefert, ohne Wind und herangetriebene Wolken ſich niederſchlage; ſo gebe das 24000 Gran oder $4\frac{1}{6}$ Pfund auf jeden Quadratfuß. Rechneten wir nun 100 Regentage auf 1 Jahr, und den Cubikfuß Regenwaſſer 70 Pfund, ſo mache das über 416 Pfund auf 1 Quadratfuß, oder 5,9 Cubikfuß, und ein mehr als doppelt ſo hohes jährliches Regen-

maaß,

maaß, als die Erfahrung gibt. Eine Rechnung, wodurch die Auflöſungstheorie völlig gegen alle Gegenberechnungen Lichtenberg's geſchützt ſey.

Ungeachtet dieſe Theorie durch die bisherigen Einwürfe nicht erſchüttert worden, ſo ſey ſie doch eben ſo wenig beendigt, wie alle andere Theile der Phyſik. Sie habe noch viele und große Lücken. Dazu rechne er das den ſpeciſiſch leichtern Körpern ähnliche Schweben der Wolken, ihr Sinken und Steigen nach den Veränderungen der Atmoſphäre, da die Erklärung des Hrn. Zylius, der ſie mit Waſſerdampf füllte, nicht angenommen werden könnte. Verſuche mit Platten, die, wenn ſie auf einer Seite mit Stanniol belegt waren, auf der andern Seite nicht bethauet wurden, machten es wahrſcheinlich, daß hierbey Elektricität wirkſam ſey, und daß Wolke und Erde ſich erſt vereinigten, wenn ſie aufhörten gleich elektriſirt zu ſeyn, oder entgegengeſetzt elektriſirt würden; wonach auch die Schnelligkeit, mit der ſie herabſtiegen, ſich richten werde. Dieſe entgegengeſetzte Elektriſirung finde beſonders bey Hagel und Gewitterregen ſtatt. Jener ſey faſt immer negativ, und ſtürze ſo ſchnell aus der Höhe herab, daß er ſtatt aufzuthauen durch die ſchnelle Verdunſtung noch mehr gefriere. Die ſcharfſinnige de Lücſche Erklärung der Wolken, daß ſie eben ſo wie Nebel über kochendem Waſſer wechſelnd ſich bildeten und auflößten, möge allerdings in manchen Fällen richtig ſeyn; aber immer ſey ſie nicht ſicher. Davon könne uns die Beſtändigkeit der Geſtalt mancher Wolken überzeugen.

Auch Parrot nimmt zur Erklärung des Regens das Auflöſungsſyſtem an. Nach der von ihm entworfenen Theorie der Ausdünſtung und Niederſchlagung

des

des Waſſers, welche bereits im 7ten Bande S. 484 u. f. angeführt worden, macht er ſich vom Prozeß des Regens folgende Vorſtellung. Erfahrungen würden uns künftig noch zeigen, ob die Elektricität der Wolken ganz allein aus der Erde durch die Dünſte komme, oder ob ſie noch durch Modifikationen des Sauerſtoffgehalts, oder durch Veränderungen der Temperatur erzeugt werde. Für jetzt ſey es gewiß, daß jedes Dunſttheilchen eine Portion Elektricität der Erde entziehe, und den Wolken zuführe, mithin, daß die Wolken und, vor ihrer Bildung, die in ihrer Gegend mit Waſſerdunſt geſchwängerte Atmoſphäre Behältniſſe von thätiger Elektricität ſind, welches ohnehin tauſend Erſcheinungen und Verſuche bewieſen, und daß die Elektricität bey jeder Entladung oder Uebergang Sauerſtoffgas zerſetzt. Dieſe Art von Zerſetzung ſey es, welche die Natur zur Hervorbringung aller großen und aller plötzlichen Waſſermeteore anwende, ſo wie ſie die andern Zerſetzungen auf der Oberfläche der Erde für die kleinern und langſamern brauche.

An warmen Frühlings- und Sommertagen dunſte die Erde ungemein ſtark aus. Die Pflanzendecke hauche bey Tage Sauerſtoffgas in großer Menge aus, bey Nacht aber Luftſäure. Bey Nacht nehme alſo die Ausdünſtung ab, die Dünſte ſtiegen nicht, ſondern ſchlügen ſich in Geſtalt von Nebeln nieder, welche die niedrige Atmoſphäre erfüllten, und nicht ſteigen könnten, weil die mit ihnen vermiſchte Luft das ganze Gemiſch von Luft und Dunſt ſchwerer mache, als die übrige atmoſphäriſche Luft. Bey Tage hingegen werde die unterſte Luftſchicht dadurch leichter, daß die erneuerte Erzeugung des Sauerſtoffgas die chemiſche Ausdünſtung wieder herſtelle, folglich die unterſte Luft elaſti-

elaſtiſcher mache. Die Temperatur trage nicht wenig dazu bey, dieſen Unterſchied am ſpeciſiſchen Gewichte noch größer zu machen. Demnach müſſe bey Tage ein beſtändiges Aufſteigen des Sauerſtoffgas mit den Dünſten ſtatt finden, während bey Nacht die ſchwere Luftſäure nicht ſteigen könne. Es häufe ſich alſo das Sauerſtoffgas mit dem Dunſte und mit der Elektricität in großer Menge in den Wolkenregionen an. Daher der geringe Gehalt an Sauerſtoffgas in den niedrigen Luftſchichten im Sommer, unerachtet deſſen ſehr häufiger Erzeugung. Dieſe Anhäufung deſſelben in der Wolkenregion könne viele Tage lang dauern, ehe eine Trübung entſtehe, weil die große Menge des Sauerſtoffgas alles aufgelößt erhalte, und deſſen Auflöſungsvermögen durch keine Temperatur merklich leide. So würde es einen ganzen Sommer lang dabey bleiben können; beſtändige Ausdünſtung, beſtändige Entziehung des Sauerſtoffgas, das die Dünſte auflöſe; und die ganze Natur würde unter dem beſtändig heitern Himmel verſchmachten und welken, wenn nicht die obere Luftregion endlich mit Elektricität überladen würde. Sobald dieſes geſchehe, verändere ſich die Scene. Eine Entladung, durch irgend einen Zufall bewerkſtelligt, erzeuge vielleicht weit am Horizonte eine Zerſetzung einer Portion von Sauerſtoffgas. Dieſe Zerſetzung bewirke einen Niederſchlag. Anfangs ſey es immer ein Pünktchen.

Aber die Entladungen erneuerten ſich, weil durch den Niederſchlag der Dünſte die entgegengeſetzte Elektricität entſtehe. Bald folgten ſie Schlag auf Schlag, aber noch ſchwach. Der Punkt am Horizonte vergrößere ſich. Schon ſey er eine Wolke, die rings um ſich die Luft entlade und Sauerſtoffgas zerſetze. Die

Wolke

Wolke verdichte ſich, und könne nicht mehr ſchweben: Tropfen fielen. Durch die Fortſetzung des Prozeſſes erweitere ſich die Wolke, und dadurch ihr Wirkungskreis. Die Entladungen und ihre Folgen nähmen mit der Oberfläche zu; die Wirkungen würden zu Urſachen, und ſo wachſe das Meteor. Der Horizont ſey bald in Wolken und Regen ganz gehüllt. Das Sauerſtoffgas und die Dünſte würden in ungeheurer Menge zerſetzt, die Luft verliere beträchtlich an Volumen; es drängen ſich alſo die benachbarten Atmoſphären an. Gehe vollends in einer derſelben ein ähnlicher Prozeß vor, ſo ſehe man die Gewitterwolken ſich der ſie umgebenden Luft nähern, und die Entladungen verdoppelten ſich im Zwiſchenraume. Beyde hätten gleiche Elektricität, aber die Luft dazwiſchen die entgegengeſetzte. Daher das Aufhören der Blitze im Berührungspunkte, wenn die Wolken ſich vereinigt hätten. Ein drittes Gewitter ziehe vielleicht den Horizont herauf. Nun würden die benachbarten Atmoſphären noch mehr angelockt. Sie ſtürmten mit Orkans Gewalt herbey, um durch ihr Stürzen in dieſe fürchterliche Zerſetzung den großen Prozeß noch zu vergrößern. Nur das einzige Stickgas leide keine Veränderung. Es ſey der Schauplatz dieſes Kampfs, und weiche, wenn es zu ſehr ins Gedränge komme, durch ſeine größere Leichtigkeit nach oben hin. So gehe es fort, bis entweder die ganze Gegend auf viele Meilen umher von Elektricität, Sauerſtoffgas oder Dünſten entladen ſey, oder vielmehr bis durch die Zerſetzungen eine iſolirende Hülle von Stickſtoffgas um die Wolke entſtanden ſey. Da dieſer Prozeß, wie man ſieht, die benachbarte Atmoſphäre plündert, ſo ſey die große Waſſererzeugung, die auf einzelnen Stellen ſich ergieße, leicht zu erklären. Eine Quadratmeile auf der Erdober-

oberfläche erhalte demnach das Waſſer, welches vielleicht 100 Cubikmeilen Luft enthielten, und man ſehe daraus, wie unnöthig es ſey, wahre Verwandlungen der Luft in Waſſer anzunehmen; indem es ziemlich ſchwer ſeyn würde, das dazu erforderliche Waſſerſtoffgas herbeyzuſchaffen. Denn obgleich einiges, beſonders in heißen Tagen, allerdings erzeugt werde, ſo ſey es immer ſehr wenig, und es ſey kein vernünftiger Grund da, der ihm ſeine Stelle gerade in der Wolkenregion anweiſen ſollte, da ſein ſpecifiſches Gewicht noch vielleicht 6 bis 7mal geringer ſey, als das Gewicht der dortigen Luft. Wollte man ſagen, daß eine zufällige Miſchung deſſelben mit Luftſäure, oder gar Phosphorgas ihm das gehörige Gewicht gebe, ſo hätte man am Ende nur eine Hypotheſe, welche auf ſehr wenige Fälle anwendbar wäre, dahingegen die bisherige Erklärung auf Thatſachen ſich gründe, welche erwieſen wären und füglich ſtatt fänden.

Stelle man ſich dieſen Prozeß nicht raſch, nicht mit dieſen gewaltigen Ausbrüchen begleitet vor, ſo habe man eine ſehr paſſende Vorſtellung des Prozeſſes, der den mäßigen anhaltenden Regen erzeuge. Denn die Erfahrung beweiſe, daß jeder Regen mit mehr oder weniger Elektricität, gerade nach Verhältniß der Schnelligkeit der Entſtehung, begleitet ſey. Gewitter ohne Regen fänden wahrſcheinlich nie ſtatt, es müßte denn der Fall eintreten, daß Elektricität ohne Dünſte ſich anhäufte, welches aber noch nicht erwieſen ſey. Falle der Regen auch nicht gerade da, wo das Gewitter ſey, ſo empfange ihn eine andere Stelle, wohin ihn der Wind getrieben habe.

Vermiſchte Bemerkungen in Anſehung der wäſſerigen Meteore.

Ueber die Entſtehung des Thaues, welche mit der Entſtehung des Regens ſo viele Aehnlichkeit zu haben ſchien, ſind ebenfalls mehrere Hypotheſen aufgeſtellt worden. De Sauſſüre [q]), welcher, wie le Roi, das Auflöſungsſyſtem vertheidigte, bemerkt, daß der Abendthau manchmal ſo ſtark geweſen ſey, daß dabey das Hygrometer auf dem Punkt der größten Feuchtigkeit ſich geneigt habe. Dieß geſchehe aber doch noch öfter beym Morgenthaue. In kühlen und ſtillen Nächten, welche auf Regentage folgen, bleibe das Hygrometer die ganze Nacht hindurch auf den Punkt der größten Feuchtigkeit unverändert ſtehen, ſelbſt beym vollkommenſten heiterſten Himmel und beym ſchönſten Glanze der Sterne. Dieſe vollkommene Durchſichtigkeit der Atmoſphäre beym Sättigungsgrade mit Feuchtigkeit iſt ihm ein offenbarer Beweis von der Auflöſung der Dünſte in der Luft. Er fand übrigens, daß die Elektricität während des Thaues zunahm.

De Lüc, welcher ſchon das Auflöſungsſyſtem in ſeinen Unterſuchungen über die Atmoſphäre beſtritt, unterſcheidet das Naßwerden der Pflanzen bey Nacht von der Feuchtigkeit der Luft und der darin aufgehängten Körper [r]). Aus ſeinen im Jahre 1749 angeſtellten Verſuchen ſchließt er, daß beyde Erſcheinungen von verſchiedenen Urſachen herrühren. Wenn in der Luft aufgehangene Körper feucht würden, ſo geſchehe dieß durch ein wahres Niederfallen des Waſſers. Er nahm

q) Eſſai ſur l'hygrometrie. eſſai IV. §. 320 ſq.

r) Neue Ideen über die Meteorologie. A. d. Franz. Th. II. §. 545.

nahm ein Faß ohne Boden, in welchem in zwey verſchiedenen Höhen Fäden ausgeſpannt und mit Leinwand bedeckt waren. Zur Zeit des Thauens zog die obere Leinwand viel Waſſer an, da die untere nur ſehr wenig annahm. Wenn er hingegen zu gleicher Zeit einen Theil des Raſens mit Glasſcheiben bedeckte, ſo wurde das bedeckte Gras eben ſo feucht, wie das unbedeckte, und dieſe Scheiben, welche horizontal 1 Fuß über der Erde gehalten ſich nur von oben befeuchteten, waren alsdann oben und unten naß. Daher ſcheint ihm die Befeuchtung der Pflanzen nach Sonnenuntergang nur den Zuſtand der Luft, der das Fallen des Thaues hervorbringt, zu begleiten, aber noch eine andere Urſache zu haben, die vielleicht vom Mechanismus der Vegetation abhangen möge, ſo daß Pflanzen oben auf den Gebirgen naß werden können, ohne daß Thau fällt. Die untere Befeuchtung aufgehangener Glasſcheiben beweiſe, daß ſelbſt während des Fallens des Thaues die Ausdünſtung reichlich fortfahre.

Bey Tage muß die Feuchtigkeit in den untern Luftſchichten geringer ſeyn, weil ſie wärmer ſind, mithin eine große Menge von Dünſten enthalten können, oder nach de Lüc's Ausdrucke, weil die Wärme die Dünſte hier von ihrem Maximum mehr entfernt hält. Bey Nacht hingegen nimmt hier die Feuchtigkeit zu, weil die Wärme in der Luft merklich abgenommen hat, und es fällt der Thau; die Erde und das Waſſer aber, welche weniger Wärme verlieren, dunſten fort. Denn durch die Abnahme der Wärme in der Luft nähern ſich hier die Dünſte ihrem Maximum, und durch die Dauer der Ausdünſtung überſchreiten ſie daſſelbe. Daß die poſitive Luftelektricität beym Fallen des Thaues zu-

nehme, erklärt er mit de Sauſſüre dadurch, daß der Thau einen Leiter bilde, welcher die Elektricität der obern Luftſchichten in die untern herabbringe, welche letztern ſonſt wegen der Mittheilung an die Erdfläche allezeit eine etwas ſchwächere Elektricität zeigten [s]).

Nach der Zeit hat de Lüc [t]) noch mehrere Beobachtungen über die Feuchtigkeit der Luft beym Thaue an verſchiedenen Hygroſkopen angeſtellt. Dieſe Hygroſkope hatte er in freyer Luft 3 Fuß hoch über einem Grasplatz auf dem Lande aufgehängt. Uebrigens waren ſie von dem Punkte der äußerſten Trockenheit bis zum Punkte der äußerſten Feuchtigkeit in 100 Theile abgetheilt. Dieſe ſeine Beobachtungen ließen ſich auf folgende allgemeine Sätze bringen:

1. Folgte auf einen hellen und warmen Tag ein heller und ſtiller Abend, ſo wurde das Gras oft naß, wenn gleich das Hygroſkop mehrere Stunden, und mannichmal die ganze Nacht zwiſchen 50 und 55 ſtand.

2. Das Hygroſkop neigte ſich mehr auf Feuchtigkeit, wenn es ſtärker zu thauen anfing, ſo daß hohe Kräuter und Stauden nach und nach feucht wurden. Kam das Hygroſkop etwa auf 80 Grad, ſo wurden auch Glastafeln und Flächen, mit Oelfirniß überzogen, naß; allein während dieſer Zeit wurden weder metallene Platten, welche wie die Glastafeln ausgeſetzt waren, noch einige Sträucher und Bäume naß; auch dieß dauerte ganze Nächte.

3.

s) Neue Ideen über die Meteorologie. A. d. Franz. Th. II. §. 558. 830.

t) Abhandl. über die Hygrometrie aus den Philoſ. Tranſact. Vol. LXXXI. überſ. in Gren's Journal der Phyſ. B. V. S 300. §. 28.

3. Das Hygroſkop ging endlich von 80 bis 100, wenn der Thau ſich ſeinem Maximum näherte. Hatte er wirklich ſein Maximum erreicht, ſo war dieß ein ſicheres Zeichen, daß die äußerſte Feuchtigkeit in der Luft vorhanden war; denn alsdann wurde jeder ausgeſtellte Körper bethauet.

Dieſe Beobachtungen ſieht de Lüc als eine neue Beſtätigung ſeines Satzes an, daß nicht aller Thau von einer freywilligen Niederſchlagung in der Luft herrühre; denn wäre dieß wirklich der Fall, ſo müßten in 1 und 2 alle andere feſte Körper ebenfalls feucht geworden ſeyn; allein ſie wurden es nur in einer gewiſſen Stufenfolge, und während der Zeit zeigten die Hygroſkope, daß die Feuchtigkeit in der Luft immer größer wurde. Mithin muß die Erſcheinung des Thaues von einigen beſondern Urſachen abhangen, wodurch das Waſſer, ob es gleich noch keine Neigung hat, die Luft zu verlaſſen, dennoch einige beſondere Körper befeuchtet. Indeſſen geſteht de Lüc, daß er dieſe beſondern Urſachen anzugeben nicht im Stande ſey, und ſchmeichelt ſich mit der Hoffnung, daß ſie vielleicht mit Verbeſſerung der Hygroſkope entdeckt werden würden.

Hube[u]) leitet den Thau nicht von wirklich niedergeſchlagenen Dünſten, ſondern von unaufgelößten Dünſten her, die ſich in der untern Luft befinden, oder der Thau iſt, nach ſeinem Ausdrucke, kein Niederſchlag der erſten Art, ſondern ein Niederſchlag der zwey-

u) Ueber die Ausdünſtung und ihre Wirkung in der Atmoſphäre. Leipz. 1790. 8. Cap. 35 und 36. imgl. vollſtändiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. B. II. Brief 27.

zweyten Art. Seine Gründe ſind dieſe: wenn der Thau wirklich ein Niederſchlag der erſten Art wäre, ſo müßte ſich die Luft merklich erwärmen, beſonders wenn der Thau häufig iſt, indem ein jeder Niederſchlag der erſten Art, er möge abſolut oder relativ ſeyn, Wärme erzeuge; von einer ſolchen Erwärmung aber merke man nie die geringſte Spur; überdem ſey das Thauwaſſer höchſt unrein, indem es mehrentheils einen widerlichen Geſchmack, einen beſondern Geruch, und in verſchiedenen Gegenden oft ſehr verſchiedene Eigenſchaften beſitze, die man an dem Regenwaſſer nicht wahrnehme. Nach ihm beſteht alſo der Thau aus unaufgelößten in der Luft zerſtreueten Dünſten, welche ſich vorzüglich des Abends nach heißen Tagen ſtark anhäufen, und ſich alsdann nur langſam auflöſen. An ſolchen Tagen dunſten alle feuchte Körper auf die erſte Art aus, und es verbreitet ſich um ſie her eine Menge unaufgelößter höchſt feiner Waſſertheilchen. Dieſe ſind mit den Dünſten der Thiere und Pflanzen vermiſcht, und hangen mit der Luft um deſto ſchwächer zuſammen, je mehr ihre ſcheinbare Feuchtigkeit zunimmt. Gleichwohl würden ſie ſich aber von der Luft mehrentheils nicht abſondern, wenn die Elektricität der Atmoſphäre hierbey nicht wirkſam ſeyn möchte. Denn dieſe mache, daß die Dünſte von allen Körpern, welche nicht ſo elektriſirt ſind, als ſie, angezogen werden. Sind die Körper, welche die Luft berührt, Leiter, und nicht iſolirt, ſo verlieren die Dünſte, indem ſie ſie berühren, ihre Elektricität, und bleiben an ihnen hangen, wenn die Körper entweder rauh ſind und die Dunſtbläschen in vielen Punkten berühren, oder wenn ſie ſie ohnehin ſtark anziehen. Im entgegengeſetzten Falle aber ſondern ſie ſich von der Luft nicht ab. So werden Pflanzen, Tiſche, Steine und ſelbſt rauhe Metalle, wenn ſie

ſie der freyen Luft ausgeſezt ſind, vom Thaue befeuchtet, polirte Metalle aber bleiben mehrentheils trocken. Elektriſirte Körper hingegen, als Glas, Porzellan, Seide, Wolle und andere ziehen die elektriſirten Dünſte an, ohne ihnen ihre Elektricität zu rauben. Sie bleiben alſo im Zuſammenhange mit ihnen, und werden vorzüglich naß. Sind ſie aber dünn, und liegen ſie auf guten Leitern, ſo nehmen ſie oben die Elektricität der Bläschen an, werden ſchwach geladen, und ſtoßen die Bläschen zurück. So bleibt eine Glastafel, die auf einer Metallplatte liegt, ſo weit das Metall reicht, in der thauenden Luft trocken. Eben dieß wiederfährt auch einem gut iſolirten Leiter, weil er die Elektricität der Luft annimmt. Wenn z. B. eine kleine Metallplatte auf einer größern Glastafel liegt, ſo bleibt nicht nur das Metall, ſondern, wegen Wirkung deſſelben auf die Bläschen, auch ein Streifen vom Glaſe ringsum die Räder des Metalls trocken, während ſich der übrige Theil des Glaſes mit einem reichlichen Thaue bedeckt.

Nach Hube iſt die atmoſphäriſche Elektricität bey dem Thaue ſo nothwendig, daß er ganz ausbleibt, oder nur ſehr ſchwach iſt, wenn den Tag vorher die Atmoſphäre keine oder nur eine ſehr geringe poſitive Elektricität gehabt hat. Deßwegen fällt auch der Thau nur bey ſtiller Luft, weil die Winde die Bläschen von den Körpern wegtreiben, indem ſie ſich ihnen zu nähern anfangen. Man ſieht daher das Ausbleiben des Thaues als einen Vorboten des Regens an.

Die Erkältung und die ſcheinbare Feuchtigkeit der Atmoſphäre iſt nach dem Untergange der Sonne allemal nahe an der Erde am ſtärkſten. Daher ſteigen nicht nur die aufgelößten, ſondern auch die unaufgelößten

löߧten Dünſte im Anfange der Nacht nach und nach in die höhere Luft auf, von welcher ſie ſtärker angezogen werden, als von der untern. Wenn man alſo mehrere Körper in verſchiedenen Höhen aufhängt, ſo werden die untern des Nachts viel eher, und oft mehr als eine Stunde vorher, vom Thaue feucht, als die obern. Sie ſind auch mehrentheils an der untern Fläche viel näſſer als an der obern. In der Nacht ſelbſt fällt unten kein Thau, weil die Dünſte hier nicht mehr angehäuft ſind. Aber gegen den Morgen entſteht gewöhnlich ein Oſtwind, die Atmoſphäre wird zuerſt oben erkältet, und daher bewegen ſich die Dunſtbläschen wieder nach unten.

Auf gleiche Art thauet es in den heißen Gegenden der Erde über dem offenen Meere und über dem feſten Lande, es müßte denn das letztere ſo dürre ſeyn, daß es daſelbſt an einer hinlänglichen Menge von Dünſten fehlte. In den europäiſchen und andern gleich kalten Meeren thauet es ſelten, es ſey denn nahe an Küſten. Daher auch die Seeleute hier den Thau als ein Zeichen eines nahen Landes anſehen. Auf dem feſten Lande in Europa iſt dagegen der Thau im Sommer überall ſehr gewöhnlich. Hieraus folgt, daß in den kältern Ländern gewöhnlich bloß das feſte Land, und ſeltener das Meer, in den heißen hingegen auch das Meer immer auf die erſte Art ausdunſtet.

Je häufiger unaufgelößte Dünſte bey Tage durch die Luft zerſtreut, und je weniger ſie nachher des Abends aufgelößt werden, um deſto reichlicher thauet es. Daher iſt der Thau in heißen Ländern, wo der Tag überhaupt heißer, und die Erkältung der Nacht größer iſt, als bey uns, gewöhnlich am ſtärkſten. Daher iſt er bey uns mehrentheils nur des Sommers zu bemerken,

im

im Winter aber ſparſam, auch wenn er an die Körper in der freyen Luft anfriert, und den Reif bildet. Zuweilen ſind bey uns des Sommers die Dünſte, aus welchen er entſteht, in der Luft ſo häufig, daß der Mond des Abends einen Hof zu haben ſcheint, wenn gleich die Luft ganz hell iſt.

Im Sommer findet man auch ſolche Gewächſe, welche des Nachts mit Glasglocken bedeckt waren, des Morgens vom Thaue benetzt, und oft noch ſtärker, als die Pflanzen in freyer Luft. Denn die Dünſte, welche die bedeckten Pflanzen aushauchen, können ſich außer den Glocken nicht vertheilen, und häufen ſich alſo in der wenigen Luft unter den Glocken ſo ſtark an, daß dieſe ihre Ziehkraft faſt ganz verliert. Sie hängen ſich daher an die Glocken, oder bleiben an den Pflanzen.

Auch Lampadius ſtellte über das Bethauen verſchiedener Körper Beobachtungen an, durch welche er berechtigt zu ſeyn glaubte, der Behauptung Hube's, daß beym Thaue die Luftelektricität nothwendig ſey, zu widerſprechen x).

Lampadius, welcher das Auflöſungsſyſtem nicht annimmt, läßt mit de Lüc den Thau daher entſtehen, daß die wärmern aus der Erde aufſteigenden Dünſte zum Theil zerſetzt werden, weil ihnen die Wärme in der Atmoſphäre entzogen wird, um die Gleichheit der Temperatur wieder herzuſtellen. Er behauptet, daß es auch am Tage thaue, nur verdunſte hier das Waſſer

x) Verſuche und Beobachtungen über die Elektricität und Wärme der Atmoſphäre. Berlin und Stettin 1793. 8. S. 64 u. f.

Waſſer gleich wieder, wegen der größern Wärme und deren ſtärkern Expanſivkraft. Wenn aber die Wirkung der Sonnenſtrahlen nachlaſſe, ſo falle vielleicht auch ein Theil der expanſiven Kraft weg, welche jene als fortleitendes Fluidum der Wärme ertheile; und da vermöge der Beobachtungen die Erde beſtändig eine größere Wärme beſitze, als die Atmoſphäre, ſo müßten ſich alsdann die wärmern Dünſte, welche in die kältere Atmoſphäre aufſtiegen, zum Theil zerſetzen, und als liquide Flüſſigkeit an die der Luft ausgeſetzten Körper anlegen.

Die Verſchiedenheit des Anhängens des Thaues an verſchiedene Körper ſcheint Hrn. Lampadius vorzüglich darauf zu beruhen, ob die Körper ſchon in einiger Entfernung ein Vermögen beſitzen, die feinen Waſſertheilchen anzuziehen. Einige, z. B. die Metalle, ſchienen dieſe ſogar zurückzuſtoßen. Ob nun aber dieſes von der Elektricität, wie Hube behauptet, oder von der allgemeinen Anziehungskraft der Körper herrühre, das getraut ſich Lampadius nicht zu entſcheiden. Das Weſentlichſte von ſeinen Beobachtungen, die er im Juli 1792 angeſtellt hatte, beſteht in folgendem:

Er hatte mehrere Glastafeln in verſchiedene Stellungen, Richtungen und Höhen über der Erde gebracht, welche alle naß wurden, wenn es thauete, jedoch die horizontalen mehr, als die vertikal geſtellten, und am ſtärkſten auf der untern Fläche. Eine Glastafel von 4 Quadratzoll Fläche, auf welche ein Stanniolſtreifen von 2 Quadratzoll Fläche gelegt war, und welche $\frac{1}{2}$ Fuß hoch über der Erde in geſchnittenem Graſe ſich befand, wurde am 10ten Juli Abends ſo bethauet, daß der Stanniol nebſt einem Raume von

7 bis 9 Linien um demſelben trocken blieb; dieſer Thau verdunſtete aber noch am Abend wieder; am Morgen war alles mit Thau überzogen, doch das Glas ſtärker als der Stanniol. Zu gleicher Zeit hatte er auch eine ganz mit Stanniol belegte Tafel von ½ Quadratfuß Fläche 4 Fuß über der Erde aufgeſtellt, und eine kleine Glasſcheibe darauf gelegt. Auf dieſer Tafel bemerkte er gar keinen Thau, aber die kleine darauf liegende Glasſcheibe nebſt einem kleinen Glasſtäbchen waren ſehr naß. Die nämliche Tafel zeigte am 23ſten Jul. abermals nicht die geringſte Spur von Feuchtigkeit, ob ſie gleich im abgeſchnittenen Graſe auf der Erde lag, und alle übrige Tafeln ſtark vom Thaue benetzt waren. Die Tafel mit dem Stanniolſtreifen von 2 Quadratzoll war um den Stanniol herum nicht bethauet, ſelbſt auf der entgegengeſetzten Seite des Glaſes war keine Feuchtigkeit zu bemerken, ſo weit das Stück Stanniol auf der andern Seite reichte.

Wenn der Thau fiel, fand Lampadius jederzeit einen merklichen Unterſchied zwiſchen der Wärme der Erde und der Atmoſphäre. Am 10ten Jul. Abends nach Sonnenuntergang zeigte die Atmoſphäre 17°, die Erde 19,7°, ſpäterhin 15° und 17°; am Morgen darauf die Atmoſphäre 9°, die Erde 12°. Am 23ſten nach Sonnenuntergang war die Temperatur der Luft 8°, die der Erde 11,5°. Am 11ten Jul. waren bey Sonnenuntergang beyde Temperaturen einander gleich, nämlich 18°; etwas ſpäter um 10 Uhr wichen ſie nur um ½ Grad von einander ab, aber des Morgens waren ſie wieder gleich, nämlich beyde 13°. Unter dieſen Umſtänden war gar kein Thau gefallen, und das Hygrometer hatte ſich die ganze Nacht hindurch nur um 9° weiter zur Feuchtigkeit geneigt, ſtatt daß

es die Nacht zuvor eine Bewegung von 55° gemacht hatte.

Lampadius bemerkt, die Abneigung, welche das Metall gegen das Anhängen des Waſſers zeige, ſcheine nicht von der Elektricität herzurühren, weil ſonſt beym Verſuche vom 23ſten Jul. die im Graſe liegende Glastafel hätte naß werden müſſen, da ſie der Erde die angenommene Elektricität hätte mittheilen können. Man müſſe alſo die Urſache in dem Mangel der Anziehung ſuchen, oder lieber geſtehen, daß man ſie noch gar nicht wiſſe.

Was die ſternförmige Geſtalt des Schnees betrifft, ſo glaubte Aldini zu Bologna, daß die vorzüglichſte Urſache dieſer Formbildung die Elektricität ſey. Schon Beccaria hatte dieß behauptet, wollte aber dabey die ſechseckige Geſtalt des Schnees aus geometriſchen Gründen erklären [y]); dagegen bemerkt Aldini, daß die geometriſche Erklärungsart ganz ohne Sinn ſeyn würde, wäre nicht eine phyſiſche Urſache mit hinein verwebt, welche man in der Verſchiedenheit der Elektricität der Dünſte erkenne. Aldini hatte mehrere Verſuche über die Lichtenbergiſchen Figuren, von welchen in der Folge geredet werden ſoll, angeſtellt, und gefunden, daß die Elektricität unverkennbaren Einfluß auf gewiſſe beſtimmte Formbildung habe. Da nun unſere künſtliche Elektricität, ſagt er, dergleichen bewirke, warum ſollte denn nicht die natürliche Elektricität eben das leiſten? So wie wir dort bey den Pulvern bald ſternförmige, bald ſtrahlige Geſtalt, bald eine kugelförmige, bald eine regelmäßige bemerkten: ſo fänden wir es auch bey dem Schnee. Sollten

y) Lettere dell' elettriciſmo. p. 325 ſq.

ten wir daher nicht auf Gleichheit der Urſache ſchließen dürfen? Wer könne überdieß wohl noch, ſo wie überhaupt an den Einfluß der Elektricität auf die meiſten meteorologiſchen Erſcheinungen, ſo auch insbeſondere an deren Einfluß bey der Bildung des Schnees zweifeln? Guyton Morveau's Bemerkung von der Fähigkeit der Elektricität, in gewiſſen Fällen Kälte hervorzubringen, beſtätige dieß. So ſah man in Bologna im Februar bey einem plötzlich eingefallenen mit ſtarkem Schnee begleiteten Froſte Blitze, und hörte Donner. Im May darauf ſah man häufige Blitze, und der Froſt vermehrte ſich.

Aldini ſtreuete auf den Elektrophor Pulver, nachdem er zuvor poſitive Punkte auf demſelben gemacht hatte; ſogleich erſchienen Sterne, welche 12, 18 und 24 Strahlen hatten; wurde aber die Flaſche nur ſchwach geladen, ſo zeigten ſich nur 6 Strahlen, die in ihrer ganzen Bildung dem Schnee völlig ähnlich waren. Auch als darauf einige Tropfen Oel auf das Elektrophor geſpritzt, und eben ſo wiederholt Funken auf ihren Mittelpunkt geleitet wurden, nahmen dieſe Tropfen ſogleich eine ſechseckige Geſtalt an.

So wäre alſo durch neue Verſuche der Einfluß der Elektricität auf die Bildung des Schnees beſtätigt. Dabey müſſe man ſich aber erinnern, daß nur eine ſehr geringe Elektricität erfordert werde, um jene Staubfiguren hervorzubringen. Nur Ein elektriſcher Zuſtand könne zu gleicher Zeit in der Atmoſphäre ſeyn, und daher ſehe man zu Einer Zeit immer nur eine der Schneearten herabfallen, nie die verſchiedenen Arten Schnee und Hagel zugleich vermiſcht.

Folgerungen hieraus ſind dieſe:

1. Der Einfluß der Elektricität auf chemiſche Abſcheidungen. Schon Bergmann habe das kohlenſaure Gas aus der Atmoſphäre durch den elektriſchen Funken abgeſchieden.

2. Die Elektricität theile und verbinde die Meinungen. Es ſcheine daher eine gewiſſe Wahlanziehung ſtatt zu finden, nach welcher ſie den einen Körper ſtärker als den andern anziehe; und hierüber müßten Tafeln verfertigt werden.

3. Unſere Elektricität bilde Sterne, Zirkelflächen und regelmäßige Figuren; eben ſo die natürliche bey der Bildung des Schnees. So könnten nun unmittelbar die Phyſiker aus der Geſtalt des Schnees auf die Art der Elektricität, welche ihn bildet, ſchließen.

4. Das bekannte Geſetz der Anziehung gleich elektriſirter Körper, und der Abſtoßung ungleich elektriſirter, ſey nun auch für flüſſige Körper durch die Verſuche mit Oel erwieſen.

Herr von Arnim [z]) wiederholte Aldini's Verſuche in Gegenwart mehrerer Perſonen; der Erfolg war aber nicht derſelbe, wie ihn Aldini gefunden hatte, nur bey größeren vielfältigen Sternen konnte man die größere Zahl auf 6 Haupträſte zurückbringen. Uebrigens war aber hier gar nicht an gleiche Winkel von 60° zu denken. Nachher fand von Arnim, daß die Verſuche regelmäßiger angeſtellt werden können, wenn man die Kugel von der Flaſche abſchraubt, und mit der Spitze den Harzkuchen berührt. Hier erhielt er ſehr beſtimmte Figuren, aber die Gleichheit der Winkel fand ſich nie; die Regelmäßigkeit der Strahlenzahl eben ſo wenig.

Noch

z) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. V. S. 75 f.

Noch wichtigere Gründe finden ſich gegen die Erklärung Aldini's vom Hagel aus negativer, vom Schnee aus poſitiver Elektricität. Nicht nur, daß man dann immer, wenn negative Elektricität wäre, Hagel erhalten müßte, da man doch auch negative Elektricität beym Schnee wahrnehme, ſondern auch die genauere Betrachtung der Hagelkörner zeige, daß ſie im Innern völlig die ſtrahlige Kryſtalliſation des Schnees hätten. Hier wären alſo, was Aldini ſelbſt für unmöglich hielte, negative und poſitive Elektricität zugleich an einem und demſelben Orte der Atmoſphäre.

Für jetzt glaube er daher ſchließen zu müſſen, daß die Elektricität noch keine erwieſene Urſache der Schneekryſtalliſation ſey. Dazu komme noch, daß Schneekryſtalliſation vielleicht aus der durch den gegenſeitigen Druck und die Adhäſion der durch Verſuche erwieſenen veränderten Geſtalt der Dunſtbläschen hervorgebracht werde. Wenigſtens fand er, indem er Schaum aus Seifenwaſſer bildete, daß beym Durchſchnitte der Blaſen und des Glaſes ſich gar kein Kreis durch die Waſſerränder, ſondern regelmäßige Achtecke gebildet hatten. Eben ſo hatten auch die Blaſen, von oben an geſehen, eine achteckige Geſtalt. Wenn nur der Froſt eine Trennung der Flächen und Zuſammenziehung in Nadeln verurſache, ſo werde man leicht alle die verſchiedenen Schneeverbindungen erhalten können, welche man beobachtet habe.

Bisher hatte man häufige Beobachtungen über die Schneefiguren angeſtellt; allein die Figuren des Reiſs hatte noch Niemand beobachtet. Bierkander[a]) unter-

a) Abhandl. der Schwed. Akademie der Wiſſenſchaften. B. XXXVII. S. 235. der d. Ueberſ.

unternahm es daher, in den Jahren 1771, 1772 und 1774 auf die Reifgeſtalten ebenfalls einige Aufmerkſamkeit zu wenden, und Zeichnungen davon zu machen. Seinen Beobachtungen zu Folge beſteht der Reif, ſo wie der Schnee, aus ſehr kleinen Eisnadeln, welche oft regelmäßige, oft aber auch ſehr unregelmäßige Geſtalten bilden. Die unendlich mannigfaltigen Verſchiedenheiten in den Formen ſchienen nicht allein von den Körpern, an welchen der Reif entſtand, ſondern auch von der Art und Weiſe, wie der Reif entſteht, abzuhangen. Nach ihm ſcheint der Reif zu entſtehen: 1. von Dünſten, welche vermittelſt kalter Luft in verſchiedene Kryſtalliſationen verwandelt werden, mit welchen die Oberflächen der Gewächſe bedeckt werden. 2. vom Nebel, welcher nahe bey der Erde ſteht und die Körper überzieht, wenn plötzliche Kälte dazu kommt, wodurch die wäſſerigen Theile in Eis verwandelt werden, das ſich wie ein feiner und dünner Schnee meiſt an einer Seite derſelben ſetzt. Die Figuren, welche von den Dünſten und dem Nebel entſtehen, fallen ſehr verſchieden aus; außerdem zeigen ſich die ſechseckigen Figuren meiſt bey der ſtrengſten Kälte und bedecken die Aeſte der Bäume rund herum, aber die Figuren vom Nebel ſetzen ſich an die Seite, wo der Wind herkommt und in gelinder Kälte; dieſe wachſen geſchwind, und oft in einer Stunde, wohl in kürzerer Zeit, überziehen ſie kleine Körper; aber mit den Figuren von den Dünſten geht es langſamer. 3. Von Ausdünſtung der Gewächſe oder dem Thaue, welcher des Nachts aus den Gewächſen ſchwitzt. Auch hier fand er die Figuren an denſelben Gewächſen faſt in jeder Nacht verſchieden.

Von den Waſſerhoſen und Wetterwirbeln auf dem Lande hat vorzüglich Wilke in verſchiedenen Abhandlungen, welche in den Neuen Abhandlungen der Schwediſchen Akademie der Wiſſenſchaften enthalten ſind, gehandelt. Er war der erſte, welcher darauf dachte, dieſe fürchterliche Erſcheinung im Kleinen nachzuahmen, um vielleicht daraus die Urſachen zu entdecken, welche die Natur im Großen anwendet. Seiner Meinung nach iſt die Elektricität die vorzüglich wirkende Urſache dieſes Phänomens, ob er gleich auch andere Urſachen, z. B. entgegenwehende Winde, nicht ausſchließt.

Cavallo [b]) gibt ſogar einen Verſuch an, die Waſſerhoſe durch Einwirkung der Elektricität im Kleinen vorſtellig zu machen. Wenn man einen Waſſertropfen auf den Knopf einer iſolirten geladenen Leidner Flaſche bringt, und demſelben den Knopf einer andern auf die entgegengeſetzte Art geladenen Leidner Flaſche nähert, ſo wird er auf eine ſonderbare Art herumgeſpritzt. Bringt man hingegen einen Waſſertropfen auf den Knopf eines elektriſirten Conduktors, ſo dehnt er ſich kegelförmig aus, wenn ein mit der Erde verbundener platter Leiter dagegen gebracht wird. Wenn man alſo nach dieſer Vorſtellung ſich eine ſtark elektriſirte Wolke gedenkt, welche durch ihren Wirkungskreis der Erde oder dem Meere die entgegengeſetzte Elektricität gibt, ſo wird zwiſchen beyden eine ſtarke Anziehung entſtehen, welche die Wolke kegelförmig herabzieht; das Waſſer aber oder leichte Körper dagegen empor hebt, bis ſich beyde entweder durch unmittelbare Berührung, oder durch einen Blitz ihre Elektricitäten mittheilen, und

b) Vollſtändige Abhandlung von der Elektricität. Leipzig 1797. B. I. S. 241.

und der obere Theil der Säule in die Wolke zurückgezogen wird, indem der untere auf einmal herabfällt.

Die Meynung, daß die Entſtehung der Waſſerhoſen elektriſchen Urſprungs ſey, hat ſich zwar durch alle nach der Zeit gemachte Beobachtungen beſtätigt; allein neuere Beobachtungen haben überzeugend gelehrt, daß die Erklärung Cavallo's von der Entſtehung der Waſſerhoſen nicht ſtatt finden kann, und daß noch mancherley Erſcheinungen gar nicht durch die Elektricität erklärt werden können. So bemerkte Michaud im März des Jahrs 1789 zu Nizza folgende drey Umſtände, die ihm beſonders auffielen:

1. Das Daſeyn des Fußes der Waſſerhoſe ohne ihren Stempel oder Körper. Vor dieſer Beobachtung glaubte er, vermöge der im Jahre 1780 gemachten Beobachtungen, daß die den Fuß umgebende Dunſtmaſſe von dem Stempel oder eigentlichen Körper hervorgebracht werde, und durch eine Verbreitung von deſſen Stoffe entſtehe. Nun aber ſah er in dieſem Phänomene deutlich die Identität jener Dunſtmaſſe mit der, welche Wolken und Nebel hervorbringt, und daß ſie nicht erſt von oben herabgeführt wird. Der Embryo der Waſſerhoſe ſcheint alſo zu beweiſen, daß die Dunſtmaſſe ein Produkt der See ſey.

2. War es ihm ſehr auffallend, daß dieſer Fuß auf dem Platze ſeiner Entſtehung unverrückt ſtehen blieb, indem die zuvor bemerkten Waſſerhoſen ſchnell von dem Winde mit fortgeriſſen wurden.

3. Ueberraſchte es ihn, daß, obgleich der Körper der Waſſerhoſe fehlte, der, ſeiner Meinung nach, die Intenſität der Kraft, welche dieſe Erſcheinung hervorbringt, ſehr erhöhen muß, doch die Dunſthülle um

um den Fuß ſich aufrecht und feſtſtehend zu erhalten vermochte.

Während er dieſe Erſcheinung beobachtete, wurde er in den niedrigen von Oſten kommenden Wolken eine Art von Vorſprung oder Zipfel gewahr, welcher aus ihnen ſchief hervorragte. Der Fuß blieb bewegungslos, und der Wolkenzipfel behielt ſeine ſchiefe Richtung bis zu dem Augenblicke, als er vom Winde über den Fuß herangetrieben war. Nun bemerkte er mit ſeinen zwey Söhnen, daß ſich dieſer Zipfel ſenkrecht gegen den Fuß zu richtete, und gleich einem ungeheuren Sacke von Gaze vom obern Ende herab aus einander rollte. Nachdem die Falten und Windungen dieſes Dunſtſackes verſchwunden waren, und der graue halbdurchſichtige Körper der Waſſerhoſe ſich in den Boden des Fußes feſtgeſetzt hatte, nahm er eine ſenkrechte Stellung an, und erweiterte ſich in ſeinem Durchmeſſer. Hier bemerkte man nun, daß die Dünſte durch den Sack aufwärts ſtiegen, und ihm die Farbe des Indigo gaben, die ſich auch den Wolken mittheilte. In demſelben Augenblicke wurde die Farbe der ganzen Waſſerhoſe ſo dunkel, daß man in ihrem ausgedehnten Theile keine Bewegung mehr unterſcheiden konnte. Man beobachtete nun, daß ſich das ganze Phänomen von Oſten nach Weſten bewegte, und an der Küſte von Provence vernichtet wurde.

Dieſe Wahrnehmungen laſſen ſich keinesweges aus der Wirkung der Elektricität ableiten, und es müſſen daher außer der Elektricität noch andere Urſachen als mitwirkend angeſehen werden. Die Reſultate, welche Michaud aus den an einer am 12. April 1780 erſchienenen Waſſerhoſe gemachten Beobachtungen zu folgern glaubt, ſind dieſe:

1. Daß innerhalb des Raumes, welcher von dem Fuße der Waſſerhoſe eingenommen wird, ein wirkliches Kochen in der See ſtatt findet.

2. Daß die Dünſte des Waſſers, welche in die Höhe getrieben werden, das Produkt einer Verdunſtung ſind, wobey das ſüße Waſſer von dem ſalzigen geſchieden werden muß, indem es durch Verſuche entſchieden, daß die Deſtillation das einzige Mittel ſey, wodurch ſich das Seewaſſer völlig verſüßen laſſe.

Eine andere merkwürdige Thatſache, welche Michaud beobachtete, war dieſe: wenn der Fuß einer Waſſerſäule ſich dem Lande zu nähern beginnt, ſo zieht ſich der Durchmeſſer derſelben zuſammen, ihre Höhe nimmt ab, das ganze Volumen wird immer geringer, und verſchwindet endlich ganz, ſobald ſie die Küſte berührt. Nach genauer Beobachtung, die er anſtellte, ſchien es, als ob der Fuß, auch der größten Waſſerhoſe, abzunehmen anfange, ſobald die Tiefe der See unter ihr geringer, als die eigene Erhebung über ihre Oberfläche wird. Wenn dieß wahr ſey, wie er gewiß glaube, ſo könne man daraus ſchließen, daß das Aufbrauſen oder Kochen, welches die Waſſerhoſe mit Waſſer verſieht, und die den Fuß rings umgebende Dünſte bildet, ſich vielleicht genau ſo weit in die Tiefe der See erſtrecke, als der Fuß ſelbſt ſich über die See emporhebe, und daß die Quantität des Materials zur Ergänzung der Dünſte in dem Verhältniſſe abnehme, als das Waſſer ſeichter werde.

Mit den Beobachtungen des Hrn. Michaud ſtimmen diejenigen vollkommen überein, welche der Schiffslieutenant Bouſſard [c]) an einigen Waſſerhoſen

c) Journal de phyſique p. *de la Metherie.* T. III. p. 346.

hoſen im atlantiſchen Meere im Jahre 1782 machte. Dieſer hat bey einem faſt ganz freyen Wolkenhimmel mehrmals bemerkt, daß die Waſſerhoſen ſich zuerſt aus dem Waſſer erheben, die Wolken erzeugen, oder doch wenigſtens vergrößern, und Stürme veranlaſſen; mithin kann auch das Getöſe, welches man hört, und das Aufkochen im Fuße nicht vom Waſſer, das aus den Wolken fällt, verurſacht werden, ſondern beydes rührt von den Waſſertheilen des Umkreiſes her, welche ſtärker verdichtet ſind, oder mit geringerer Kraft in die Höhe getrieben werden, als die im Centro des Hebers. Was nun die Urſache dieſes Phänomens betrifft, meint Bouſſard, ſo könnte man auf den Gedanken gerathen, daß unterirdiſche Entzündungen, wenn ſie ſchnell aus dem Schoße des Meeres herausdringen, die Waſſerhoſen und das Aufſteigen des Waſſers in ihm verurſachen. Allein die Erſcheinungen ſind zu häufig, als daß man ſie dieſer einzigen Urſache zuſchreiben könnte; wahrſcheinlich wirkten dabey verſchiedene Urſachen zuſammen.

Die bisher angeführten Beobachtungen und Theorien über die gemeinſten meteorologiſchen Erſcheinungen beweiſen deutlich, daß wir bis jetzt noch ſehr weit zurück ſind, den Gang der Natur mit Gewißheit zu beſtimmen. Unſere Atmoſphäre ſcheint eine Werkſtätte zu ſeyn, worin chemiſche Operationen unverkennbar beobachtet werden. Allein genaue Beobachtungen, welche mit unſern bisherigen Kenntniſſen übereinſtimmen, und daher den Naturgang genau beſtimmten, ſind mit vielen Schwierigkeiten verbunden. Ueberhaupt hat man erſt in dieſer Zeitperiode angefangen, ſorgfältigere, beſtimmtere und vielfältigere meteorologiſche Beobachtungen anzuſtellen, welche aber bey

weitem noch nicht hinreichend ſind, die Meteorologie als eine eigene Wiſſenſchaft aufzuſtellen. Indeſſen wagte es doch der P. Cotte[d]), dieſelbe wiſſenſchaftlich zu behandeln, und hierzu noch neuere Beyträge zu liefern; allein die Theorie iſt viel zu mangelhaft, und beruht auf keinen feſten Gründen.

Auch verſuchte Hr. Toaldo[e]), ein eigenes Syſtem über die Witterungslehre aus 50jährigen Beobachtungen zu Padua zu errichten. Hiernach ſoll gutes und ſchlimmes Wetter vornehmlich durch den Stand des Mondes gegen die Sonne und die Erde beſtimmt werden, und die Veränderungen deſſelben mit den merkwürdigſten Stellen des Mondes, die er Mondspunkte nennt, zuſammentreffen. Es ſey auch bekannt genug, daß alle Verſuche, die Witterung aus der Theorie der Atmoſphäre zu erklären, bisher ganz fruchtlos geweſen wären. —

Es iſt zwar nicht zu verkennen, daß die Stellungen der beyden Himmelskörper, des Mondes und der Sonne, gegen einander und gegen die Erde Veränderungen in der Atmoſphäre hervorbringen können, welches auch ſchon von den Alten ſehr vielfältig iſt bemerkt worden; allein man hat ſich doch ſehr zu hüten, die ganze Meteorologie darauf zu gründen; denn es gibt eine außerordentliche Menge von Beobachtungen, wo Witterungsveränderungen in der Atmoſphäre erfol-

d) Traité de météorologie. à Paris 1774. 4. Mémoir. ſur la météorologie pour ſervir de ſuite et de ſupplem. au traité de météorologie. à Paris 1789. T. I. II.

e) Della vera influenza degli aſtri nelle ſtagioni et mutazioni del tempo, ſaggio meteorologico di *Toaldo.* in Pad. 1770. 4.

erfolgen, ohne daß dieſe beyden Himmelskörper eine beſondere Stellung gegen einander hätten.

Sechſtes Kapitel.

Meinungen und Entdeckungen ſolcher Erſcheinungen, welche von den von ſelbſt erfolgenden Miſchungsveränderungen organiſcher Körper abhangen.

Die Gährung der organiſchen Körper erhielt in dieſem Zeitraume durch die wichtigen Entdeckungen der ſogenannten Luftarten eine ganz neue Anſicht; man lernte nunmehr erſt kennen, auf welche Art die Luft, das Waſſer und die Wärme auf die gährenden Körper einwirke, und daß bey dieſem ganzen Geſchäfte eine chemiſche Zerſetzung und eine neue Verbindung chemiſcher Produkte vorgehe. Indeſſen ſind bisher nur die drey Hauptarten der Gährung, nämlich die Weingährung, Eſſiggährung und faule Gährung, unterſucht worden. Es iſt aber keinesweges zu zweifeln, daß es nicht mehrere Gattungen dieſer Naturoperation geben ſollte, welche unter den verſchiedenen Bedingungen, welche dabey ſtatt finden, weſentlich verſchiedene Produkte erzeugen.

I. Weingährung.

Lavoiſier[f]) hatte durch ſeine vielfältig angeſtellten Unterſuchungen über die Pflanzenkörper und alle ihre Theile gefunden, daß die Grundbeſtandtheile aller mög-

f) Traité élementaire de chimie. à Paris 1789. 8.

möglichen Gewächſe Waſſerſtoff, Sauerſtoff und Kohlenſtoff ſind. Um alſo die Operation der Gährung gehörig kennen zu lernen, ſo war es ihm vorzüglich darum zu thun: 1. woher die Kohlenſäure, die ſich entwickelt, 2. woher der brennbare Geiſt (Weingeiſt), welcher erzeugt wird, entſtehe, und 3. wie eine ſüß ſchmeckende vegetabiliſche Subſtanz ſich auf dieſe Art in zwey verſchiedene Materien, eine ſehr brennbare und eine äußerſt unverbrennliche, verwandeln könne. Um dieſe Fragen gehörig zu beantworten, mußte er ſowohl die gährungsfähigen Körper, als auch die Produkte der Gährung genau zerlegen; denn nach ſeiner Meinung werde nichts in irgend einer Operation erſt geſchaffen, und man könne als einen Grundſatz annehmen, daß vor und nach einer Operation eine gleiche Menge Stoff da ſey, daß die Eigenſchaften und Mengen der Beſtandtheile dieſelben bleiben, und nur Abänderungen und Modifikationen entſtehen.

Zu einer ſolchen Unterſuchung wählte er unter allen gährungsfähigen Subſtanzen den Zucker, weil ſeine Zerlegung leicht, und er ſelbſt einfacher iſt, als andere. Dieſe Subſtanz iſt ein wahres vegetabiliſches Oxyd mit zwey Grundlagen; er iſt nämlich zuſammengeſetzt aus dem Kohlen= und Waſſerſtoffe, welche durch eine gewiſſe Menge Sauerſtoff in den Zuſtand eines Oxyd gebracht ſind, und dieſe drey Beſtandtheile ſtehen in einem Gleichgewichte, das eine ſehr geringe Kraft aufheben kann. Eine lange Reihe von Verſuchen, welche auf verſchiedene Weiſe angeſtellt, und oft wiederholt wurden, hatten ihn gelehrt, daß das Verhältniß der Beſtandtheile des Zuckers ohngefähr folgendes iſt: Waſſerſtoff 8, Sauerſtoff 64, und Kohlenſtoff 28. Um den Zucker in Gährung

zu

zu bringen, muß er anfänglich in 4 Theilen Waſſer aufgelößt werden. Allein Zucker und Waſſer mit einander vermiſcht, das Verhältniß möge ſeyn, welches es wolle, würden nie für ſich gähren, und das Gleichgewicht würde ſich zwiſchen den Beſtandtheilen dieſer Verbindung beſtändig erhalten, wofern dieß nicht durch ein anderes Mittel aufgehoben würde. Dieſes vermochte ein wenig Bierhefe, und veranlaßte zuerſt die Bewegung der Gährung, worauf ſie von ſelbſt fortfuhr. Zu 100 Pfund Zucker nahm er gewöhnlich 10 Pfund dicke Hefe und viermal ſo viel Waſſer, als Zucker. Die zur Gährung beſtimmte Flüſſigkeit beſtand alſo ſeinen Entdeckungen zu Folge, die bereits ausführlich erzählt ſind, aus folgenden Theilen:

Sauerſtoff aus dem	Waſſer -	340 Pf.			
	Hefenwaſſer	6 -	2 Unz.	3 Dr.	44,60 Gr.
	Zucker -	64 -			
	d. trockn. Hefe	1 -	10 -	2 -	28,76 -
	Summe	411 Pf.	12 Unz.	6 Dr.	11,36 Gr.
Waſſerſtoff aus dem	Waſſer -	60 -			
	Hefenwaſſer	1 -	1 -	2 -	71,40 -
	Zucker -	8 -			
	Hefe -	— -	4 -	5 -	9,30 -
	Summe	69 -	6 -	— -	8,70 -
Kohlenſtoff a. d.	Zucker -	28 -			
	Hefe -	— -	12 -	4 -	59,00 -
	Summe	28 -	12 -	4 -	59,00 -
Sauerſt. aus d. Hefe		— -	— -	5 -	2,94 -
	Totalſumme	510 Pf.			

Nach dieſer Beſtimmung der Natur und Menge der Beſtandtheile, welche die Stoffe der gährenden

Subſtanz ausmachen, unterſuchte er nun auch die Produkte, welche durch ihre Verbindung erzeugt werden. Zu dem Ende ſchloß er die gährende Flüſſigkeit in einen Apparat ein, wodurch er nicht nur die Menge und Eigenſchaften der Gasarten, ſo wie ſie ſich entwickelten, beſtimmen, ſondern auch jedes Produkt in jedem beliebigen Zeitpunkte der Gährung für ſich wägen konnte. Ein bis zwey Stunden nach gehöriger Miſchung, beſonders wenn man die Operation in einer Temperatur von 15 bis 18° Reaum. vornimmt, bemerkt man die erſten Zeichen der Gährung; die Flüſſigkeit wird trübe, und ſtößt einen Schaum aus, Blaſen machen ſich los, die an der Oberfläche zerplatzen, und ſich immer vermehren. Nun wird reine Kohlenſäure mit Schaum, welcher nichts weiter, als die Hefe iſt, die ſich abſondert, in Menge und ſchnell entwickelt. Nach etlichen Tagen, je nachdem die Wärme ſtärker oder geringer war, nimmt die Bewegung und Entwickelung des Gas ab, hört aber nicht völlig auf, und erſt nach einer beträchtlich langen Zeit iſt die Gährung zu Ende.

Das Gewicht der Kohlenſäure, welche bey dieſem Geſchäft ſich entwickelt, beträgt 35 Pfund 5 Unzen 4 Drachm. 19 Gran. Dieſes Gas führt noch eine Menge Waſſer mit ſich, welches es aufgelößt hat, und dieſes beträgt 13 Pfund 14 Unzen 3 Drachm.

Die gegohrne Flüſſigkeit hat nun einen weinichten wenig ſäuerlichen Geſchmack erhalten, welche im Anfange trübe iſt, ſich aber nach und nach aufklärt, und einen Theil Hefe abſetzt. Dieſe Flüſſigkeit wiegt in allen 397 Pfund 9 Unzen 29 Gran. Zerlegte er nun jede dieſer Subſtanzen beſonders, ſo fanden ſich nach einer ſehr mühſamen Arbeit folgende Reſultate:

Koh-

		Pf.	Unz.	Dr.	Gr.
Kohlenſäure - -		36 Pf.	5 Unz.	4 Dr.	19 Gr.
dieſe hält	(Sauerſtoff	25 -	7 -	1 -	34 -
	(Kohlenſtoff	9 -	14 -	2 -	27 -
Waſſer - - -		405 -	15 -	5 -	14 -
dieſes hält	(Sauerſtoff	347 -	10 -	— -	59 -
	(Waſſerſtoff	61 -	5 -	4 -	27 -
Waſſerfreyer Alkohol		57 -	11 -	1 -	14 -
beſteht aus	Sauerſtoff verb. mit Waſſerſtoff	31 -	6 -	1 -	64 -
	Waſſerſtoff verb. mit Sauerſtoff	5 -	8 -	5 -	3 -
	Waſſerſtoff verb. mit Kohlenſtoff	4 -	11 -	5 -	64 -
Kohlenſtoff - -		16 -	11 -	5 -	63 -
Waſſerfreye Eſſigſäure		2 -	8 -	— -	— -
dieſe hält	Waſſerſtoff	— -	2 -	4 -	— -
	Sauerſtoff	1 -	11 -	4 -	— -
	Kohlenſtoff	— -	10 -	— -	— -
Zucker - -		4 -	1 -	4 -	3 -
hält	Waſſerſtoff	— -	5 -	1 -	67 -
	Sauerſtoff	2 -	9 -	7 -	27 -
	Kohlenſtoff				
Waſſerfreye Heſe -		1 -	6 -	— -	50 -
hält	Waſſerſtoff	— -	2 -	2 -	41 -
	Sauerſtoff	— -	13 -	1 -	41 -
	Kohlenſtoff	— -	6 -	2 -	30 -
	Stickſtoff	— -	— -	2 -	37 -

Summe überhaupt 510 Pf.

Lavoiſier glaubt, man habe nicht nöthig, anzunehmen, daß bey dieſer Operation Waſſer zerlegt werde, man müßte denn behaupten wollen, der Sauer- und Waſſerſtoff wären als Waſſer im Zucker enthalten. Dieſes ſcheine ihm aber nicht ſo, weil die

drey Grundbeſtandtheile der Vegetabilien mit einander im Gleichgewichte ſtehen, ſo lange die Temperatur die gewöhnliche bleibe, bey einer Veränderung der Temperatur aber das Gleichgewicht geſtört werde.

Hiernach ſind alſo die Wirkungen der Weingährung folgende: der Zucker werde in zwey Theile getrennt, der eine Theil, nämlich der Sauerſtoff, verbinde ſich mit einem Theile des Kohlenſtoffs zur Kohlenſäure, der andere Theil des Kohlenſtoffs, dem der Sauerſtoff entzogen ſey, verbinde ſich mit dem Waſſerſtoff, um den Weingeiſt oder Alkohol zu erzeugen, ſo daß, wenn es möglich wäre, die Kohlenſäure mit dem Alkohol zu verbinden, wieder Zucker entſtehen müßte. Uebrigens ſey noch zu bemerken, daß der Waſſer- und Kohlenſtoff nicht im Zuſtande eines Oels ſich im Alkohol befänden, ſondern ſie ſind noch mit einem Antheile Sauerſtoff verbunden, der ſie mit dem Waſſer miſchbar mache. Die drey Beſtandtheile, der Sauer-, Kohlen- und Waſſerſtoff, befänden ſich hier in einer Art von Gleichgewicht, welches auch aufgehoben werde, ſobald man ſie durch ein glühendes Glas- oder Porzellanrohr ſtreichen laſſe, wo man Waſſer, Waſſerſtoffgas, Kohlenſäure und Kohlenſtoff wieder finde.

Man glaubte ganz richtig, daß Lavoiſier's Theorie der Sache näher gebracht ſey; indeſſen ſey ſie doch noch Schwierigkeiten ausgeſetzt. Zuerſt bleibe das Faktum unerklärt, wie gährende Subſtanzen andere in Gährung bringen können, und warum die Zuckerauflöſung für ſich allein gar nicht in Gährung komme. Außerdem hatte Hr. Chaptal entdeckt, daß die Kohlenſäure allein als Gährungsmittel dienen könne. Dieſe Entdeckung laſſe ſich aber mit Lavoiſier's

ſier's Erklärung nicht vereinbaren. Ferner ſey es nach dieſer Theorie nicht abzuſehen, daß der Akt der Gährung ſo äußerſt langſam vor ſich gehe, da doch bey der gehörigen Temperatur die Erzeugung der Gährungsprodukte auf einmal geſchehen müßte. Es müſſe daher noch etwas hinzukommen, welches verurſache, daß dieſe Erzeugung der Produkte nicht ſchnell geſchehen könne. Endlich fehle es uns auch an Kenntniß der Geſetze der chemiſchen Anziehungskraft, um die Verbindungen der Grundſtoffe zu neuen Produkten ſo zu erklären, wie ſie Lavoiſier erklärt habe.

Auch haben es mehrere für wahrſcheinlich gehalten, daß bey dem Akt der Gährung ſich nicht allein ein Theil Waſſer zerſetzt, wodurch mithin das Verhältniß des Waſſerſtoffs zu den übrigen Grundſtoffen noch größer wird, ſondern daß auch der Sauerſtoff in der atmoſphäriſchen Luft zu der Erzeugung der Gährungsprodukte beytrage; denn wenn wir das letztere nicht annehmen wollten, ſo bleibe uns nur die Wärme übrig, durch welche dieſe Veränderungen bewirkt werden könnten; allein dieſe ſey für ſich nicht hinreichend.

II. Eſſiggährung.

Nach Lavoiſier's Beſtimmung iſt die ſaure Gährung eine Säurung des Weins, welche an der atmoſphäriſchen Luft durch Abſorption des Sauerſtoffs geſchieht. Die Säure, welche dadurch gebildet wird, iſt der ſogenannte Weineſſig. Sie beſteht aus einem noch nicht beſtimmten Verhältniſſe des Kohlen- und Waſſerſtoffs, die mit einander verbunden, und durch den Sauerſtoff in den Zuſtand einer Säure geſetzt ſind.

Da der Weineſſig eine Säure ſey, ſo führe uns ſchon die Analogie auf die Vermuthung, daß er Sauerſtoff

ſtoff enthalte, aber dieſes laſſe ſich noch durch Verſuche erweiſen. Erſtlich kann der Wein nur zu Weineſſig werden, in ſo fern er der Berührung der Luft ausgeſetzt wird, und ſo fern dieſe Luft Sauerſtoffgas enthält. Zweytens nimmt bey dieſer Operation die Luftmaſſe, worin ſie angeſtellt wird, ab, welches durch die Abſorption des Sauerſtoffgas bewirkt wird. Drittens kann man Wein in Weineſſig verwandeln, wenn man ihm durch irgend ein Mittel Sauerſtoff gibt.

Außer dieſen Erſcheinungen, welche beweiſen, daß der Weineſſig ein Reſultat der Säurung des Weins ſey, zeige noch ein Verſuch des Hrn. Chaptal ſehr deutlich, was bey dieſer Operation vorgehe. Er nahm kohlenſaures Gas, das ſich bey der Gährung des Biers entwickelt hatte, und ſchwängerte damit Waſſer bis zur Sättigung, d. i. bis es beynahe eine gleiche Menge Kohlenſäure aufgenommen hatte, als ſeine Maſſe beträgt. Er ſetzte dieſes Waſſer in einen Keller, wozu die Luft kommen konnte, und nach einiger Zeit fand er alles in Eſſig verwandelt.

Die gasförmige Kohlenſäure, welche aus dem gährenden Biere ſich abſondere, ſey nicht rein, ſondern mit etwas Alkohol vermiſcht, welchen ſie aufgelößt enthalte. Es finden ſich daher im Waſſer, welches mit Kohlenſäure aus gährendem Biere geſchwängert ſey, alle Stoffe, die zur Eſſiggährung nöthig ſind. Der Alkohol gebe Waſſerſtoff und einen Theil Kohlenſtoff, die Kohlenſäure gebe Kohlen- und Sauerſtoff, die atmoſphäriſche Luft gebe endlich noch den übrigen Sauerſtoff, welcher nöthig ſey, um die Miſchung zur Eſſigſäure zu bringen.

Hier-

Hieraus ſehe man, daß man nur Waſſerſtoff zur Kohlenſäure bringen dürfe, um Eſſigſäure zu erhalten, oder, um ſich allgemeiner auszudrücken, um daraus jede vegetabiliſche Säure nach den verſchiedenen Graden der Säurung zu bilden, daß man umgekehrt den vegetabiliſchen Säuren nur den Waſſerſtoff zu rauben brauche, um daraus Kohlenſäure zu machen.

Gegen dieſe Theorie der Eſſiggährung hat man ganz richtig bemerkt, daß der Alkohol nicht allein die Baſis der Eſſiggährung ausmacht; es können auch andere im Weine befindliche Subſtanzen, als Weinſtein, Weinſteinſäure und Schleim, darin verwandelt werden, indem ſie den Sauerſtoff aus der atmoſphäriſchen Luft in ſich nehmen, wodurch die Menge des Sauren im Eſſig noch mehr vermehrt wird. Eben daher könne auch Eſſiggährung ſtatt finden ohne vorangegangene Weingährung, weil Subſtanzen, welche der erſtern fähig ſind, nicht zur letztern geſchickt ſeyn können, wie Schleim und Pflanzenſäuren.

Als beſondere Arten der Eſſiggährung hat Gren [g]) das Ranzigtwerden der fetten Oele und des thieriſchen Fettes, ſo wie die Gährung des Brottiges gerechnet, weil dabey ſich eine anfangende Säure bildet, und der Kohlenſtoff und Waſſerſtoff des Oels Sauerſtoff aus der Luft aufnehmen.

III. Fäulniß oder faule Gährung.

Nach Lavoiſier ſind die Grundbeſtandtheile des thieriſchen Körpers ebenfalls Waſſerſtoff, Sauerſtoff und Kohlenſtoff; außerdem enthalten ſie aber noch eine Menge Stickſtoff und Phosphor. Daraus ſchloß

g) Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. §. 1211.

ſchloß Lavoiſier, daß ſich bey der Fäulniß der Pflanzen; und der thieriſchen Körper nicht einerley Produkte erzeugen.

Berthollet [h]) hatte bey der Unterſuchung des ſalpeterſauren Ammoniaks (Salpeterſalmiaks), welches noch vor dem Glühen, und ohne Berührung mit verbrennlichen Körpern verpufft, zuerſt Gelegenheit, das Ammoniak (flüchtiges Alkali) zu zerſetzen. Als er nämlich dieſe Verpuffung in einem verſchloſſenen, und mit dem pnevmatiſchen Apparat verbundenen Gefäße veranſtaltete, fand er in der Vorlage mehr Waſſer, als in dem verpufften Körper hätte enthalten ſeyn können, das aber in Vergleichung des zerſetzten Salzes nur ſehr wenig Salpeterſäure enthielt. Das übrige in der Vorlage war Stickgas. Daraus ſchloß Berthollet, daß das Ammoniak aus Stickſtoff und Waſſerſtoff zuſammengeſetzt ſey, und daß bey der Operation der Waſſerſtoff des Ammoniaks mit dem Sauerſtoffe der Salpeterſäure zu Waſſer, und der andere Grundtheil des Ammoniaks und der Salpeterſäure, nämlich der Stickſtoff, frey werde, und als Stickgas entweiche. Nach dieſer Zeit haben die Antiphlogiſtiker eine Menge analytiſcher und ſynthetiſcher Verſuche angeſtellt, aus welchen ſie die Zuſammenſetzung des Ammoniaks aus Waſſerſtoff und Stickſtoff zu beweiſen ſuchen.

Dieſe Entdeckung benutzte Lavoiſier, die Erzeugung der Produkte bey der Fäulniß thieriſcher Körper zu erklären.

Die

h) Zerlegung des flüchtigen Laugenſalzes; aus den Mémoir. de l'Acad. des ſcienc. 1785. p. 316 ſq. überſ. in Crell's chem. Annalen 1791. B. II. S. 169 f.

Die Erſcheinungen der Fäulniß, ſagt er, geſchehen eben ſo, als die der ſauren Gährung, vermittelſt ſehr zuſammengeſetzter Anziehungen. Auch hier hören die drey Beſtandtheile des Körpers auf, im Gleichgewichte zu bleiben, und ſtatt einer dreyfachen Verbindung werden zweyfache erzeugt, aber die Reſultate dieſer Verbindungen ſind verſchieden von denen, welche die weinichte Gährung darſtellt. In dieſer bleibt der Waſſerſtoff mit etwas Sauerſtoff und einem Theile Kohlenſtoff verbunden, um Alkohol zu machen, in der faulen Gährung hingegen aller Waſſerſtoff, alles Waſſerſtoffgas; zugleich entwickeln ſich Sauer- und Kohlenſtoff als gasförmige Kohlenſäure. Wenn die ganze Operation zu Ende iſt, beſonders wenn es nicht an der gehörigen Menge Waſſer gefehlt hat, ſo bleibt am Ende nichts als Pflanzenerde mit etwas Kohle und Eiſen zurück.

Die Fäulniß der Pflanzen iſt alſo eine völlige Zerlegung derſelben, wobey alle conſtituirende Beſtandtheile als Gas entweichen, und nur der erdichte Antheil zurückbleibt.

Dieſes iſt das Reſultat der Fäulniß, wenn man einen Körper derſelben unterwirft, der nur Sauer-, Waſſer- und Kohlenſtoff, und ein wenig Erde enthält. Aber dieſes iſt ſelten der Fall, und es ſcheint, als ob dieſe Subſtanzen allein nicht leicht faulen, oder wenigſtens nur ſehr langſam. Ganz anders verhält es ſich, wenn auch der faulende Körper Stickſtoff enthält, welches bey allen thieriſchen, ſo wie auch bey vielen vegetabiliſchen Subſtanzen der Fall iſt. Dieſer neue Stoff befördert die Fäulniß ungemein, daher man auch die vegetabiliſchen Subſtanzen mit den thieriſchen vermengt, um die Fäulniß zu befördern,

fördern, worauf die ganze Kenntniß des Düngers beruht.

Die Verbindung des Stickſtoffs mit den fäulnißfähigen Körpern befördert nicht nur die Fäulniß, ſondern erzeugt auch durch ſeine Verbindung mit dem Waſſerſtoffe eine neue Subſtanz, die unter dem Namen flüchtiges Alkali oder Ammoniak bekannt iſt. Die Analyſis der thieriſchen Subſtanzen zeigt deutlich die Zuſammenſetzung der Beſtandtheile des Ammoniaks. So oft man den Stickſtoff vorher von dieſen Subſtanzen abſondert, geben ſie kein Ammoniak, und ſie liefern dieſes nur im geraden Verhältniſſe mit der Menge des Stickſtoffs.

Faſt alle brennbare Körper verbinden ſich unter einander. Das Waſſerſtoffgas beſitzt dieſe Eigenſchaft in einem hohen Grade, es lößt den Kohlenſtoff, Schwefel und Phosphor auf, wodurch das gekohlte, geſchwefelte und gephosphorte Waſſerſtoffgas entſteht. Die beyden letztern Gasarten haben einen eigenen ſehr unangenehmen Geruch. Der Geruch des erſtern hat viel Aehnlichkeit mit dem Geruche der faulen Eyer, und das letztere riecht wie faules Fleiſch. Das Ammoniak endlich hat ebenfalls einen durchdringenden unangenehmen Geruch. Aus der Verbindung aller dieſer verſchiedenen Ausflüſſe entſteht eben der ſtinkende Geruch der faulenden thieriſchen Subſtanzen. Oft iſt der Geruch des Ammoniaks hervorſtehend, welches man durch das Prickeln in den Augen bemerkt, zuweilen der Geruch des Schwefels, wie bey den thieriſchen Auswürfen, und zuweilen des Phosphors, wie bey faulen Fiſchen.

Dieſes ſind die Erfolge, wenn nichts die Fäulniß hemmt. Aber Fourcroy und Thouret haben bemerkt,

merkt [i]), daß Leichname, welche in einer beträchtlichen Tiefe eingegraben und daher dem Zutritte der atmoſphäriſchen Luft beraubt ſind, beſondere Erſcheinungen zeigen, daß nämlich die muſkulöſen Theile ſich oft in ein wahres thieriſches Fett verwandelten. Dieſe Erſcheinung erklärt Lavoiſier ſo: durch einen beſondern Umſtand wird der Stickſtoff in ihnen frey, und es bleibt nur Waſſer- und Kohlenſtoff zurück, welche das Fett bilden. Die Beobachtung der Möglichkeit, fährt Lavoiſier fort, die thieriſchen Körper in Fett zu verwandeln, kann einſt zu wichtigen Entdeckungen leiten, die man ſich im gemeinen Leben zu nutzen machen könnte, denn viele thieriſche Auswürfe beſtehen vorzüglich aus Waſſer- und Kohlenſtoff, können alſo leicht Oel bilden, und thun dieſes auch im Feuer.

Hr. Gibbes [k]) hat hierüber in der Folge in der That verſchiedene Verſuche mit dem Fleiſche von Thieren angeſtellt. Er brachte unter andern eine todte Kuh unter das fließende Waſſer. Die Kuh lag ſo, daß das Waſſer täglich zweymal darüber ging, ſie ſelbſt war mit etwas lockerer Erde bedeckt. Nachdem ſie eine Zeitlang in dieſer Erde geblieben war, ſteckte er öſters einen Stock durch die Erde bis zur Kuh. Jedesmal trat eine überaus große Menge von Luft hervor, welche

i) Mémoir. ſur les differens etats des cadavres trouvés dans les fouilles du Cimetière des Innocens an 1786 et 1787 in den annales de chimie. T. V. p. 154 f.

k) Ueber die Verwandlung des Fleiſches in eine dem Wallrath ſehr ähnliche Subſtanz aus den Philoſ. Transact. überſ. in Gren's neuen Journ. der Phyſik Bd. I. S. 126 f. und B. III. S. 436 f.

welche einen außerordentlich widrigen Geruch hatte. Bey dieſer Kuh ſchien der ganze muſkulöſe Theil verändert zu ſeyn, und von der Subſtanz deſſelben bereitete er ſich mittelſt der Salpeterſäure eine ſehr große Menge wachsähnlicher Materie. Ob nun gleich die Salpeterſäure den größten Theil des übeln Geruchs davon wegnahm, ſo gab ſie ihm doch eine gelbe Farbe, die ſich ſchwer davon wegbringen ließ, und einen eigenen Geruch nach Scheidewaſſer, welcher durch bloßes Waſchen und Zuſatz von Alkalien nicht ganz verging. Sein Vater fand, daß folgender Prozeß dieſe Subſtanz ſehr rein und ſchön machte, obgleich nicht ganz ſo weiß, wie der verkäufliche Wallrath iſt. Es wurde die Kuh, welche $1\frac{1}{2}$ Jahr im Waſſer gelegen hatte, herausgenommen, und beyde fanden, daß die ganze muſkulöſe Subſtanz durchaus in eine weiße Materie verwandelt war. Dieſe wurde in kleine Stücke zerbrochen, und der Einwirkung der Sonne und der Luft eine beträchtliche Zeit hindurch ausgeſetzt. Hierdurch verlor ſie größtentheils ihren Geruch, und erhielt eine feſtere Conſiſtenz. Das Anſehen dieſer Subſtanz hatte etwas Eigenes; denn beym Zerbrechen derſelben fanden ſich feine Fäden, welche in jeder Richtung liefen, genau der zelligen Subſtanz zwiſchen den Muskelfibern ähnlich. Dieſe Stücke wurden zu einem feinen Pulver gerieben, und auf dieß Pulver wurde etwas verdünnte Salpeterſäure gegoſſen. Nachdem die Säure eine Stunde lang darauf geſtanden hatte, bildete ſich ein Schaum oben auf; die Säure wurde hierauf abgegoſſen, und die Subſtanz wiederholt gewaſchen; ſie wurde dann in heißem Waſſer geſchmolzen, worauf ſie nach dem Erkalten und Gerinnen von einer ſchönen Strohfarbe war, ohne den mindeſten widrigen Geruch, im Gegentheil vielmehr

von dem angenehmen Geruche des beſten Wallraths.

Alle dieſe Entdeckungen machten Gren [l]) noch mehr aufmerkſam auf den Akt der faulen Gährung. Er bemerkte ganz richtig, daß die Erſcheinungen, welche ſich dabey zeigen, und die Produkte, die ſich dadurch bilden, nach Beſchaffenheit der Miſchung organiſcher Stoffe ſowohl, als nach den zugelaſſenen Bedingungen, gar ſehr verſchieden ſind. Dieß veranlaßte ihn, zu behaupten, daß man in der That mehrere Arten der hierher gerechneten Miſchungsveränderung unterſcheiden müſſe: denn ſonſt laſſe ſich nicht einmal eine befriedigende Erklärung von der Fäulniß geben, und auch keine Theorie entwerfen. Man könne die Fäulniß nicht als eine Fortſetzung der Wein- und Eſſiggährung anſehen; denn nicht alle Subſtanzen, welche zu dieſen fähig ſind, erleiden jene. Nur bey ſolchen fäulnißfähigen Dingen, welche zugleich Beſtandtheile enthalten, die zur Wein- und Eſſiggährung geſchickt ſind, erfolge die Fäulniß nach dieſen. Andere Stoffe hingegen gehen in Fäulniß ohne alle Spur der erſten Arten der Miſchungsveränderung.

Gren unterſcheidet folgende Arten der Fäulniß:

1. Eigentliche Fäulniß, oder diejenige Miſchungsveränderung organiſcher Körper, wodurch ſich Ammoniak und ein beſonderer Ausfluß von einem höchſt widrigen Geruche, den man den fauligen nennt, bildet. Dieſe findet nur bey ſolchen ſtatt, die neben dem Kohlenſtoffe und Waſſerſtoffe noch Stickſtoff und Phos-

l) Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. §. 1212 f.

Phosphor enthalten. Dahin gehört Eyweißſtoff, Faſerſtoff, Gallerte, Knochenmaterie und alle die feſten und flüſſigen Theile thieriſcher Körper, die ſie enthalten. Dieſe Art der Fäulniß iſt diejenige, welche Lavoiſier beſchrieben hat.

2. Werden die eben genannten Subſtanzen, die zur eigentlichen Fäulniß fähig ſind, unter Waſſer gebracht, mithin vom Zugange der atmoſphäriſchen Luft ausgeſchloſſen, ſo fangen die Erſcheinungen der Fäulniß ebenfalls an, aber ſie endigen ſich ganz anders. Allein die Fäulniß hört endlich auf, und die rückſtändige Subſtanz zeigt nun die Natur eines Fettes, oder iſt zu einer wallrathähnlichen Materie geworden.

3. Pflanzenkörper, welche Eyweißſtoff und Kleber enthalten, können ähnliche Erſcheinungen, als die erwähnten thieriſchen Stoffe in ihrer Fäulniß geben. Der Schleim, der Zuckerſtoff, die weſentlichen ſauren Salze, der ſtärkeartige Theil der Pflanzenkörper, ändern indeſſen das Phänomen ihrer Fäulniß gar ſehr ab, da dieſelben ſelbſt zur eigentlichen Fäulniß nicht fähig ſind. Die Produkte, die ſich hierbey bilden, ſind von denen der letztern weſentlich verſchieden, wenn die Pflanzenkörper keinen nähern Beſtandtheil enthalten, worin Stickſtoff und Phosphor ſind. Es erzeugt ſich dann nicht der höchſt widrige Geruch der Fäulniß thieriſcher Subſtanzen und kein Ammoniak. Das brennbare Gas, das ſich dabey entwickelt, hat zwar einen unangenehmen Geruch, der aber vom fauligen verſchieden iſt; es iſt kohlenſtoffhaltiges Waſſerſtoffgas.

4. Das Schimmeln vegetabiliſcher Stoffe muß als eine eigene Art von Fäulniß derſelben unter-

ſchieden werden. Dazu ſind beſonders der Schleim, der Extractivſtoff der Pflanzen, der ſtärkeartige Theil, und die ſüßen und ſauren Salze derſelben geeignet, wenn ſie im Waſſer aufgelößt oder damit verdünnt dem Einfluſſe der reſpirabeln Luft ausgeſetzt werden. Es verliert der im Waſſer aufgelößte Schleim hierbey ſeine Auflößlichkeit, und verwandelt ſich in eine Art von Haut, die nicht mehr im Waſſer auflößbar iſt. Ihm iſt es wahrſcheinlich, daß der Sauerſtoff der Luft an dieſer Erſcheinung vorzüglich Antheil habe, und durch ſeinen Beytritt zum Kohlen- und Waſſerſtoffe dieſe neue Materie bilden helfe.

5. Endlich iſt die Verweſung noch von der eigentlichen Fäulniß ſowohl thieriſcher als vegetabiliſcher Körper wohl zu unterſcheiden. Sie erfolgt, wenn die zur Fäulniß nothwendigen Bedingungen, Feuchtigkeit, Wärme und Luft, nur im geringen Grade zugelaſſen werden; und die Erſcheinungen ſowohl, als auch die Produkte, die ſich dabey erzeugen, ſind weſentlich von denen der wahren Fäulniß verſchieden. Die Miſchungsveränderung erfolgt weit unmerklicher und langſamer. Dieß iſt z. B. der Fall bey Leichnamen, welche in die Erde geſcharrt ſind, bey feuchten Maſſen, welche in großen Maſſen zuſammengedrückt über einander liegen, oder auch in die Erde geſcharrt werden. Wenn hierbey viel atmoſphäriſche Luft mit eingeſchloſſen iſt, wie bey Leichnamen in Särgen, oder noch viel Feuchtigkeit vorhanden iſt, ſo kann anfänglich die Periode der wahren Fäulniß eintreten, bis endlich dieſe wegen verminderter rückſtändiger Feuchtigkeit und mangelnden Sauerſtoffgas aufhört, und die bloße Verweſung eintritt. Feuchtigkeit und Luft, beſonders die erſtere, dürfen

indeſſen auch bey der Verweſung, wenn ſie vor ſich gehen ſoll, nicht ganz mangeln, und die Temperatur der Subſtanz ſelbſt darf nicht unter den Gefrierpunkt gehen.

Bey dieſer Verweſung treten wegen veränderter Urſachen auch andere Wirkungen ein, als bey der eigentlichen Fäulniß. Die Grundſtoffe der darin begriffenen Körper verbinden ſich in andern Verhältniſſen, als unter mehr verſtattetem Einfluſſe von Waſſer, Wärme und Luft, wobey Fäulniß, gewiſſermaßen mit Ungeſtüm, eintreten würde. Der Stickſtoff, der bey der Fäulniß mit dem Waſſerſtoffe zuſammen das Ammoniak bildet, tritt bey der Verweſung mit dem Sauerſtoffe zur Salpeterſäure zuſammen, die als das Hauptprodukt der Verweſung, beſonders thieriſcher Stoffe, anzuſehen iſt, und bey der eigentlichen Fäulniß derſelben ſich nicht erzeugt. Die Salpeterſäure muß ſich aber bey der überhaupt nur allmählig und eben deßhalb unmerklich wieder zerſtreuen und verflüchtigen, wenn ſie nicht eine Baſis antrifft, durch die ſie fixirt und bis zur Wahrnehmung angehäuft werden kann, und ſo mannichmal als Mauerſalpeter oder erdiger Salpeter in zarten Flocken ausſchlägt. Indeſſen gibt Gren auch zu, daß der Sauerſtoff der zugleich mit einwirkenden atmoſphäriſchen Luft zur Bildung dieſer Salpeterſäure beytragen könne; hauptſächlich ſcheint ihm aber doch der Sauerſtoff der verweſenden Subſtanz und ihrer Feuchtigkeit ſelbſt dazu beyzutragen. Ein Theil des Waſſerſtoffs und der Phosphor werden zwar ebenfalls bey der Verweſung in Gasgeſtalt geſchieden, aber auch nur allmählig; und es iſt daher bloß ein moderiger, aber doch kein eigentlich fauler Geruch der ver-

verweſenden Subſtanzen wahrzunehmen, obgleich übrigens die leuchtenden Erſcheinungen der Luft in Gegenden, wo Verweſung häufig ſtatt findet, davon herzuleiten ſeyn möchten.

Ein großer Antheil des Waſſerſtoffs, und derjenige Kohlenſtoff, der nicht als kohlenſaures Gas mit dem Sauerſtoffe austreten konnte, bleibt bey der Verweſung mit andern feuerbeſtändigen Grundſtoffen verbunden zurück, und bildet nun das zweyte Hauptprodukt der Verweſung, nämlich die Dammerde.

Dieſe Dammerde iſt keinesweges als eine eigenthümliche Erde, wie man ſonſt glaubte, ſondern als waſſerſtoffhaltiger Kohlenſtoff anzuſehen, der freylich noch mit mehr oder weniger andern erdigen und ſalzigen Theilen verbunden ſeyn kann, nach Beſchaffenheit der Miſchung und Vermengung der verweſenden Subſtanzen. Eben dieſes Waſſer- und Kohlenſtoffs wegen, den ſie enthält, macht ſie einen Nahrungsſtoff der darin wachſenden Pflanzen aus, und die fruchtbarmachende Kraft des Düngers fürs Erdreich beſteht hauptſächlich darin, daß derſelbe durch Verweſung darin zur Dammerde wird, und alſo die Beſtandtheile erſetzt, welche die Pflanzen bey ihrem Wachsthume daraus in ſich nehmen. Uebrigens kann die Dammerde auch nach Beſchaffenheit der mehreren oder minderen Vollendung der Verweſung verſchieden ſeyn; ſo wie die Verweſung einer Subſtanz durch völlige Austrocknung aufgehalten werden kann.

Siebentes Kapitel.

Meinungen und Entdeckungen in der Lehre von der Elektricität.

Entdeckung des Elektrophors.

Die mancherley Verſuche der Hrn. Wilke, Aepinus und Beccaria mit geladenen Glastafeln, und die dabey bemerkten Erſcheinungen hatten zur Erfindung des Elektrophors Veranlaſſung gegeben. Wilke m) gab nämlich im Jahre 1762 eine Vorrichtung an, durch welche man die Belegungen einer Glastafel nach geſchehener Ladung von der Tafel ſelbſt trennen und alle Theile beſonders unterſuchen könne, und welche mit der gewöhnlichen Einrichtung des Elektrophors eine große Aehnlichkeit beſitzt; daher auch Lichtenberg die Ehre dieſer Erfindung Wilke'n zuſchreibt, ob ſie gleich gewöhnlich Volta beygelegt wird. Ja man findet auch ſchon in den Schriften der Hrn. Aepinus, Cigna und Beccaria auf die Einrichtung des Elektrophors führende Verſuche, welche bereits im 5ten Theile ſind erzählt worden. Beccaria gab im Jahre 1769 eine eigene Abhandlung heraus n), worin ſich eine neue Unterſuchung vom Verhalten entgegengeſetzter Elektricitäten bey geladenen Glastafeln und derſelben Belegungen, wenn

m) Abhandl. der Schwed. Akademie der Wiſſenſchaften. B. 24. von den entgegengeſetzten Elektricitäten bey der Ladung. 20. Verſ. S. 271.

n) Experimenta atque obſervationes, quibus electricitas vindex late conſtituitur atque explicatur. Tur.

wenn ſie vom Glaſe abgeſondert werden, findet. Beccaria ſieht den Zuſtand der Belegung ſo an, als rührte derſelbe vom wirklichen Uebergange der elektriſchen Materie zu oder von der Glasfläche her. Dieſem gemäß nahm er folgenden Satz an: Eine poſitive Glasfläche gebe zwar anfänglich die elektriſche Materie von ſich an die Belegung, und mache ſolche poſitiv, aber unter und mit dieſem habe ſie ein Vermögen, bey jedem Abzuge wieder etwas von dieſem mitgetheilten Vorrathe zu ſich zu nehmen. Dieſe Zurücknahme werde nach und nach ſtärker und deutlicher, je mehr Vorrath die Tafel von ſich gegeben habe, und am Ende, wenn ihr ganzer Vorrath abgegeben iſt, ſey ſie am ſtärkſten, ſo daß das Glas bey jedem Abzuge gerade ſo viel Vorrath wieder bekomme, als es der Belegung dabey überläßt. Umgekehrt raube eine negative Fläche anfänglich wirklich elektriſche Materie an ſich aus der Belegung, gebe aber bey jedem Abzuge wieder etwas zurück, bis ſie endlich, wenn ihr Mangel kürzlich vollkommen erſetzt ſey, bey jedem Abzuge gerade ſo viel wiedergibt, als ſie von der Belegung genommen hatte. Dieſes Verhalten des Ladungsglaſes nennte Beccaria electricitas vindex. Er ſagt, dieſe vindex ſey negativ, ſo lange die Glasflächen wirklich ihren Zuſtand mittheilen, oder die poſitive Fläche elektriſche Materie von ſich gibt, die negative an ſich zieht; poſitiv ſey ſie, wenn die Flächen beym Abſondern die vorher zugegebene Materie wieder an ſich ziehn, oder die an ſich gezogene wiedergeben. Beyde vindices ſind vom Anfange, die poſitive im Abnehmen, die negative im Zunehmen, kommen alſo einmal zu ihrer ſogenannten Grenze entgegenſetzter Elektricitäten in das Gleichgewicht, daß die Belegung beym Abſondern weder Materie verliert noch ge-

winnt, ſondern in ihrem natürlichen Zuſtande unverändert bleibt.

Volta kam dieſes Satzes wegen mit Beccaria in einen Streit, welcher ihm zur Entdeckung des Elektrophors Gelegenheit gab. Volta leugnete, daß ein Leiter und erregter Nichtleiter bey Verbindung ihrer Flächen die Elektricitäten ablegten, bey der Trennung aber wieder ergriffen; vielmehr behauptete er, daß die Elektricitäten nur ſo lang, als die eine in dem Wirkungskreiſe der andern ſich befände, in einem gewiſſen Gleichgewicht wären, oder unwirkſam würden. Er bewies dieß durch einen iſolirten Leiter, welchen er auf eine geriebene Harzplatte geſetzt hatte, und da er fand, daß die in ihr erregte Elektricität eine lange Zeit fortdauerte, ſo gab er dieſer Einrichtung dem Verſuche gemäß den Namen Elettroforo perpetuo.

Volta's gemachte Erfindung wurde bald theils durch Privatbriefe, theils durch eigene gedruckte Abhandlungen bekannt o), und mit großem Beyfall aufgenommen.

Vol-

o) Volta's Brief an Prieſtley in der mayländiſchen ſcelta di opuſcali intereſſanti. T. IX. p. 91. und T. X. p. 73. imgl. lettre de Mr. *Alexandre Volta* ſur l'électrophore perpetuel de ſon invention; trad. de l'Ital. p. M. l'Abbé M*** in *Rozier* obſervat. ſur la phyſique T. VI. Juill. 1776. p. 21. imgl. lettre de M. Rouland in *Rozier* obſervat. ſur la phyſ. T. IV. May. 1776. p. 438. imgl. lettre de M. l'Abbé I*** de Vienne en Autriche in *Rozier* obſervat. ſur la phyſ. T. VI. Juin 1776. p. 501. imgl. Schreiben eines Geiſtlichen zu Wien (Jacquet) an einen ſeiner Freunde zu Preßburg von dem immerwährenden Elektrophor; a. d. Franz. mit Anmerkungen überſetzt von A. H. Hildebrandt. Wien 1776. 8.

Volta's Elektrophor beſteht aus drey Haupttheilen: 1. aus einer runden und glatten metalliſchen oder leitenden Form, welche der Teller oder die Schüſſel genannt wird. Dieſer beſitzt einen Rand, welcher ein wenig emporſteht, 2. aus einer dünnen Scheibe oder Tafel von einer nicht leitenden Materie, als Glas, Harz, Pech, Schwefel u. ſ., welche der Kuchen genannt wird, 3. aus einer an ſeidenen Schnüren befeſtigten Platte, welche der Deckel oder auch die Oberſcheibe genannt wird.

Die Form, in welche der Harzkuchen gegoſſen wird, beſteht aus einer reinen Metallplatte, oder aus einem trockenen Brette, mit Stanniol, Goldpapier oder Silberpapier ganz überzogen. Nur muß die Oberfläche, ſo viel als möglich, recht glatt gemacht, und die Form ganz ohne Ecken, und daher vollkommen rund ſeyn. Am Umfange rund herum hat ſie einen Rand von etwa 1 bis 2 Linien Höhe, um das Abfließen der hineingegoſſenen Harzmaſſen zu verhüten. Das eingegoſſene Harz muß mit dem Rande gleich hoch ſtehen, doch dieſer aber unbedeckt bleiben. Die Oberfläche des Harzkuchens muß vollkommen glatt, ohne Riſſe und ohne Blaſen ſeyn, die untere Fläche deſſelben aber an die obere Fläche der Form oder des Tellers vollkommen genau anſchließen.

Zu dem Kuchen eines Elektrophors wählte Volta eine zuſammengeſchmolzene Maſſe von 3 Theilen Terpentin, zwey Theilen Harz und einem Theil Wachs. Hierzu dient aber jede nicht leitende Materie. Hr. Pickel gibt folgende zuſammengeſetzte Maſſe an: 5 Theile gummi lacca in tabulis, 3 Theile reinen Maſtix und 2 Theile venetianiſchen Terpentin, welches alles zuſammen in eine Leinwand gebunden, in einem neuen

neuen irdenen Geſchirr bey gelindem Kohlfeuer zerlaſſen, durch die Leinwand gedrückt, und entweder noch flüſſig in die Form gebracht, oder auch nach dem Erkalten in Geſtalt des Pulvers aufgeſtreuet und wieder zerlaſſen wird. Eine andere Compoſition ſchlägt Jacquet vor, welche aus Colophonium und weißem Wachſe, von jeder Sorte gleich viel, nebſt etwas Terpentin, um das Springen zu verhüten, zuſammengeſetzt iſt. Noch eine andere Miſchung gibt der Abt Robert [p]) an, welche nicht allein weit mehrere Elektricität geben, ſondern auch dieſelbe weit länger erhalten ſoll, als die gewöhnlichen Maſſen. Sie beſteht aus folgenden Ingredienzien: ½ Unze Pech, 2 Unzen Jungfernwachs, 3 Unzen venetianiſchen Terpentin, 3 Unzen Harz und 10 Unzen Gummilack; man ſchmilzt ſie in einen neuen irdenen Tiegel bey gelindem Feuer zuſammen.

Was den Deckel betrifft, welcher auch das Schild, der Conduktor, und wegen der Geſtalt, die ihm ſonſt gegeben wurde, die Trommel genannt wird, ſo muß dieſer ein vollkommner Leiter ſeyn, welcher abgerundet, und ringsum ein oder ein Paar Zolle ſchmäler, als der Harzkuchen ſelbſt iſt; an dieſen muß er aber ganz genau anſchließen, und ſonſt dann davon wieder weggenommen werden könne. Man nimmt hierzu eine runde zinnerne Scheibe oder eine runde Platte von trockenem Holze, welche mit Stanniol vollkommen glatt allenthalben überzogen iſt. Hr. Robert nimmt zum Deckel eine Scheibe von Tannenholz mit Stanniol überzogen, welcher mittelſt drey

p) Eſprit des Journeaux 1790. im Gothaiſchen Magazin. B. VII. St. 3. S. 87 u. f.

drey ſeidener Schnüre aufgezogen wird, die Robert den gläſernen Handgriffen vorzieht, weil ſie nicht ſo viele Feuchtigkeit annehmen, und auch nicht ſo zerbrechlich ſind, wie die gläſernen Griffe.

Nach Cavallo [q]) iſt der Kuchen eine mit einer Compoſition aus gleichen Theilen von Harz, Siegellack und Schwefel überzogene Glasſcheibe, und die Form der Tiſch oder eine zinnerne Scheibe, auf welche der Deckel gelegt wird, der Deckel hingegen beſteht aus einer Metallplatte mit einem gläſernen Handgriffe.

Einer der größten Elektrophore iſt der in Göttingen durch den daſigen Mechanikus Klindworth verfertigte [r]). Die Scheibe von Harzcompoſition hatte 7, der Deckel 6 Pariſer Fuß im Durchmeſſer. Der Deckel war maſſiv, und wog 76 Pfund, und ward durch einen Flaſchenzug auf- und niedergelaſſen. Am äußern Rande des Tellers, welcher mit Zinnfolie belegt war, befand ſich ein Haken mit einer Kette, an deren Ende eine Kugel hing, um eine Verbindung mit dem Deckel dadurch zu bewirken, welche man ſonſt mit der Hand macht. Ein noch größerer Elektrophor befindet ſich im k. k. phyſikaliſchen Kunſt- und Naturalienkabinette in Wien. Er wurde im Jahre 1796 nach der Angabe des Hrn. von Eberle, Direktor dieſes Cabinets, verfertigt, der ihm alle mögliche Wirkſamkeit und Bequemlichkeit zu geben wußte. Eine Beſchreibung davon findet man bey Heidmann [s]).

Die

q) Vollſtändige Abhandl. der Lehre der Elektricität. B. I. Leipz. 1797. S. 346.

r) Gothaiſches Magazin. B. I. St. 2. S. 42.

s) Theorie der Elektricität. Th. I. S. 53. §. 57.

Die erſte Elektricität läßt ſich im Elektrophor auf drey verſchiedene Arten erregen: 1. durch Mittheilung von einer andern gewöhnlichen Maſchine, deren Leiter mit dem Deckel verbunden wird, und ſo die Harztafel auf die gewöhnliche Art ladet; 2. durch ein ordentliches Ladungsglas, das an die Harztafel gebracht wird, und bey Ausziehung des Stoßes einen Theil der Ladung mittheilt. 3. Durch bloßes Reiben mit der trocknen Hand, einem weichen Felle, u. dergl., welches ſanft und ſchnell über die Harzfläche geführt wird, welche Art beſonders dadurch noch am merkwürdigſten wird, daß Volta Mittel gefunden hat, durch abwechſelnde Operationen mit einem kleinen Ladungsglaſe dieſe erſte Kraft beträchtlich zu verſtärken.

Sobald nämlich Volta den Deckel auf die Harztafel, welche die erſte Elektricität erhalten hatte, niederſetzte, ſo empfand er einen ſchwachen Stoß in der Hand, wenn er den Deckel und die Form zugleich berührte. Hob er darauf den Deckel auf, ſo fand er, daß derſelbe eine merkliche Elektricität erhalten hatte, welche einen Funken gegen den Finger gab und verſchwand, aber wiederkam, ſo oft er den Deckel auf dieſelbe Art niederſetzte und die Form berührte. Ohne Berührung zeigte ſich keine Elektricität. Dieſe Erfolge gaben ihm nun ein Mittel, die erſte erregte Elektricität in dem Harzkuchen beträchtlich zu verſtärken. Er nahm nämlich ein gewöhnliches Ladungsglas, ließ mehreremal den Deckel Funken gegen die eine Seite deſſelben ſchlagen, während die andere Seite ableitend gemacht war. Hörten die Funken des Deckels auf, ſo brachte er dieſen auf die Seite, und ſtatt deſſen das geladene Glas mit der zuvor ableitenden Seite auf die Harztafel, und führte es mit einer

Hand

Hand ringsherum, indeſſen die andere Hand die Form berührte. Dieſe Operation mehreremal wiederholt, brachte in dem Elektrophor eine ſolche ſtarke Elektricität hervor, daß er damit die gewöhnlichen elektriſchen Verſuche ſo gut, wie mit der beſten Elektriſirmaſchine anſtellen konnte.

Hatte auf dieſe Weiſe die Harztafel die elektriſche Kraſt erhalten, ſo behielt ſie ſelbige ganze Tage, Wochen, ja Monate lang hinter einander, daher auch Volta dieſe Vorrichtung elettroforo perpetuo nannte.

Dieſe Erſcheinungen, welche der Elektrophor zeigte, wurden ſehr bald aus den Geſetzen der Atmoſphäre hergeleitet. Wilke erklärte ſie nach dem dualiſtiſchen und Ingenhouß nach dem frankliniſchen Syſteme.

Wilke *) gab ſich ſehr viele Mühe, die Natur des Elektrophors genau zu beſtimmen. Er bemerkte zuerſt ganz richtig, daß man Volta's Maſchine als einen mit erwähnter Harzcompoſition auf eine vortheilhafte Art angeſtellten Ladungsverſuch betrachten müſſe, und daß dabey alles dasjenige ſtatt finde, was er bereits von den belegten Glastafeln angeführt habe. Anfänglich hatte er zur Erklärung aller Erſcheinungen, welche dieſe Tafeln liefern, Franklins Hypotheſe einer einzigen elektriſchen Materie angenommen, nachher aber dabey die ihm noch wahrſcheinlichere Vorausſetzung von zwey elektriſchen Materien gebraucht. Die poſitive belegte er mit dem Namen Feuer, und die negative mit dem Namen Säure (nach Lichtenberg's Bezeichnung + E und — E).

Um

*) Abhandl. der Schwed. Akad. der Wiſſenſch. B. XXXIX. S. 54 f. S. 116 f. S. 200 f. der deutſchen Ueberſ.

Um nun die Veränderungen, welche durchs Reiben im Harzkuchen entſtehen, beſſer kennen zu lernen, ſo nahm er eine runde ausgedrehte hölzerne Schale, 4 Zoll im Durchmeſſer, befeſtigte einen gläſernen Griff daran, füllte ſie mit Baumwolle und etwas Pferdehaare, und überzog ſie mit feinem weißen Leder, das an der Vorderſeite mit einer Schnur zuſammengezogen ward, wodurch ein gehörig elaſtiſches Kiſſen entſtand. Hiermit wurde die Harztafel gerieben. War nun

1. das Leder trocken und rein, ſo erregte man damit, wie mit der Hand auf dem Harze, negative Elektricität, das Kiſſen hingegen wurde poſitiv.

2. Rieb man das Leder mit Amalgama, ſo erhielt die Tafel eine ſehr ſtarke poſitive, das Kiſſen aber eine negative Elektricität.

Nun nahm er eine trockene und reine Scheibe von Spiegelglas, 9 Zoll lang und 7 Zoll breit, und rieb ſie mit jenem Kiſſen. Hier zeigte es ſich, 1. daß weder Glas noch Kiſſen die geringſte Elektricität erhielten, ſo lange ſie beyſammen waren, 2. ſobald aber das Kiſſen vom Glaſe weggenommen ward, erhielten Glas und Kiſſen eine lebhafte, funkengebende Elektricität, Glas bejaht, Kiſſen verneint. 3. Vereinigt tilgten dieſe beyden Elektricitäten einander völlig, entſtanden aber wieder, ſo oft das Kiſſen von neuem vom Glaſe weggenommen wurde.

Aus dieſem Verſuche ſchloß nun Wilke, 1. daß Reiben, als bloßes Reiben, keine Elektricität errege, 2. daß die Elektricität erſt entſtehe, wenn beyde Körper von einander getrennt werden, und 3. daß das Reiben gleichwohl dazu beytrage, und gleichſam die beym Abſondern entſtehende Elektricität vorbereite.

Uebri-

Uebrigens ſind alle Umſtände einerley mit dem, was vorgehe, wenn Schwefel, Lack, Harz, Zinn, Bley u. dergl. geſchmolzen auf Glaſe ſtehen; wenn ein ſchwarzer und ein weißer ſeidener Strumpf an einander gerieben, und über einander gezogen werden; wenn eine poſitive und eine negative Metalltafel nahe zuſammengefügt werden; wenn zwey Glasſcheiben an einander gelegt, auf einmal geladen, und der Stoß ausgezogen wird; wenn ein abgeſonderter Körper innerhalb der elektriſchen Atmoſphäre berührt wird, oder die Elektricität durch Mittheilung ſoll erregt werden u. ſ. w. Bey allen dieſen an Vorrichtung und Art ganz verſchiedenen Verſuchen ereigne ſich doch: daß entgegengeſetzte Elektricitäten zugleich erregt werden, ſich nicht zeigen, ſo lange die Körper vereinigt ſind, aber beym Abſondern entſtehen, und jede ihrem Körper folgen.

Hiernächſt gibt Wilke eine neue Art an, Glastafeln durchs Reiben zu laden. Er bemerkt, daß die vorerwähnte Glastafel nicht allein auf der Seite elektriſch wird, welche das Kiſſen berührt hat, ſondern ſie enthält auch auf der gegenüberſtehenden gleichartige und eben ſo ſtarke Elektricität. Franklin und Andere, meint er, haben überflüſſig bewieſen, daß dieſelbe nicht davon herrühre, daß die erſte durchs Glas gedrungen ſey, und die andere durch Uebergang elektriſirt habe, ſondern ſie beruhe bloß auf Vertheilung des im Glaſe befindlichen natürlichen Vorraths, wie ſich aus folgender Art, eine Glastafel zu laden, zeigen laſſe.

Man belegt die Glastafel auf der einen Seite, und reibt ſie auf der andern mit dem Kiſſen. Wenn dieſes von der Tafel entfernt wird, ſo gibt die entgegengeſetzte Seite einen elektriſchen Funken. Dieſe

Funken hören bald auf, wenn das Kiſſen nicht berührt wird; wird aber deſſelben negative Elektricität zwiſchen jedesmaligem Reiben weggenommen, ſo gibt die erwähnte Seite des Glaſes beym jedesmaligen Abziehen einen neuen Funken. Wird alſo die Belegung bey jedesmaligem Reiben ableitend gemacht, aber frey gelaſſen, und dann von neuem berührt, ſo erhält die Glastafel eine merkliche Ladung, welche, wenn die Vorderſeite des Glaſes ebenfalls belegt iſt, einen ſehr beträchtlichen Stoß gibt.

Wilke erklärt dieſen Verſuch ſo: beym Wegnehmen des Kiſſens bleibt Feuer in der Glasfläche zurück, wobey aber etwas Säure mitgenommen wird. Das zurückgebliebene Feuer bewirkt nun ſogleich Vertheilung ſowohl in der vordern Luft als in der Glastafel ſelbſt, zieht derſelben Säure an ſich, und treibt das Feuer auf die andere Seite, welches daſelbſt durch einen Funken abgeleitet wird, wobey zugleich etwas Säure an die Stelle tritt, und das vordere Feuer bindet, ſo daß es gleichſam verſchwindet, und näher ins Glas gezogen wird. Indeſſen hat das Kiſſen ſein Feuer wieder aus andern Körpern bekommen, welches beym erneuerten Reiben zum Glaſe abgeleitet wird. Beym Abſondern treibt dieß wie vorhin mehr Feuer aus der Belegungsſeite, und zieht in ſolche mehr Säure, welche gleichwohl das Feuer der Vorderſeite bindet und zurückhält. So wird nun das Glas auf der einen Seite mit Feuer, auf der andern mit Säure erfüllt, welche durch ihre natürliche Anziehung einander beyſammen erhalten, und den Ladungszuſtand ausmachen, der von Dauer iſt, ſo lange ihr Gleichgewicht durch ableitende Körper nicht gehoben wird.

Stellte

Stellte er den vorigen Ladungsverſuch mit zwey zuſammengelegten geſchliffenen Glastafeln an, die mit den innern Seiten dicht an einander ſchloſſen, da die äußere Seite der einen Tafel mit dem Kiſſen gerieben, und die untere Seite der andern Tafel mit einer Belegung verſehen wurde, welche man während der Operation ableitend machte, ſo ließen ſich nach vollendeter Ladung folgende merkwürdige Abwechſelungen dabey wahrnehmen: 1. gaben die Tafeln vereint, und jede für ſich, den elektriſchen Stoß. 2. Unberührt hängen dieſe Tafeln vom Anfange ſtark zuſammen, und ziehen einander mit den angrenzenden Seiten an. 3. Sondert man ſie da von einander, ſo iſt die obere auf beyden Seiten poſitiv, die untere auf beyden Seiten negativ. 4. Oeffnet man die Tafeln, und füget ſie wiederum mit eben den Seiten mehrmal nach einander zuſammen, oder wird auch jede für ſich an den nicht aneinandergrenzenden Seiten berührt, ſo verlieren ſie beyde das meiſte von ihrer vorigen Elektricität; auch hangen ſie alsdann 5. zuſammengefügt nicht zuſammen und ziehen einander nicht wie zuvor an. 6. Berührt man beyde zugleich an ihren äußern Enden, indem ſie an einander liegen, mit den Händen, oder zieht man den Funken durch die Belegungen aus, ſo hangen ſie ſogleich von neuem ſtark zuſammen, und ziehen einander an. 7. Sondert man die Tafeln von neuem aus einander, ſo zeigen ſie eine ſtarke funkengebende Elektricität, die aber der vorigen entgegengeſetzt iſt: die geriebene vordere Tafel iſt nun auf beyden Seiten negativ, die andere auf beyden poſitiv. 8. Werden die Tafeln gleich vom Anfange nach der Ladung beyde umgewandt, und mit den vorhin auswärts gekehrten Seiten an einander gelegt, und wird der Funken nun aus den auswärts gekehrten Seiten gezogen, ſo hangen ſie ebenfalls

falls nachher zuſammen, und die geriebene Tafel iſt auf beyden Seiten poſitiv, die andere auf beyden Seiten negativ.

Aus dieſem Verſuche ſchließt Wilke, daß ſich die Ladung nicht bloß auf der äußern Fläche aufhält, ſondern tief hineindringt, und queer durch die Ladungstafeln wirkt. Uebrigens erklärt er die angeführten Erſcheinungen auf folgende Art: die beyden Tafeln ſind im Ladungszuſtande, wo jetzt die geriebene Fläche der obern Tafel und die obere Fläche der andern Tafel, welche an der untern Fläche der obern Tafel anliegt, mit Feuer, die beyden andern Flächen beyder Tafeln mit Säure gefüllt ſind. Aber ſie haben von dieſen Materien nicht gleich viel; die innern an einander liegenden haben jede für ſich weniger Materie, als die äußern; dieſer Ueberſchuß der äußern Seiten verurſacht den erſten Zuſammenhang Nro. 2. Eben dieſer Ueberſchuß wird nach der Abſonderung der Tafeln von einander auf beyden Seiten herrſchend, und wenn ſie durch die Vertheilung mit den äußern Seiten gleichartig werden, von welchen auch, nicht aber von den innern, dieſer Ueberſchuß kann abgeleitet werden Nro. 3. 4. Wenn nun dieſer Ueberſchuß von den äußern Seiten abgeleitet wird, oder durch öftere Oeffnung der Tafeln nach und nach verſchwindet, ſetzt ſich die zurückgebliebene eigentliche Ladung in vollkommenes Gleichgewicht, und iſt außer ſich unelektriſch und unwirkſam, daher auch die Tafeln da nicht zuſammenhangen Nro. 4. 5. Wenn man aber den Funken herauszieht, wodurch die äußern Seiten ſowohl als die innern das meiſte ihres Vorraths verlieren, ſo hangen ſie Nro. 6. wieder zuſammen vermittelſt eines in den innern Flächen zurückbleibenden Re-

ſtes

ſtes der einander bindenden und zurückhaltenden entgegengeſetzten Materien, welche die Tafeln nicht verlaſſen haben, und wenn dieſe mit Gewalt von einander gehalten werden, behalten ſie ihre vorige Art, und werden nun durch neue Vertheilung auf beyden Seiten wirkſam. Nro. 7. Dieſes trifft eben ſo mit den Materien zu, welche auf den äußern Seiten wirkſam ſind, wenn dieſe einwärts gekehrt werden, Nro. 8., und der Funke das meiſte der auswärts gewandten weggenommen hat, alsdann behalten die beyden andern Flächen ihre vorige Art, welche dem Glaſe anhängt, die Tafeln zuſammenhält, und ſich bey der Abſonderung wieder zeigt.

Hieraus macht nun Wilke in der Anwendung auf den Elektrophor folgende Schlüſſe: 1. daß die Harztafeln durch das Reiben, zumal wenn es mit einem abgeſonderten Kiſſen geſchieht, ſchon eine wirkliche Ladung erhält, und folglich auf einer Seite mit Feuer, auf der andern mit Säure gefüllt wird; 2. daß alle Abwechſelungen und elektriſche Begebenheiten, die in ſeinen Deckeln und Formen als Belegungen vorgehen, nach dieſem Grunde anzuſehen und zu erklären ſind.

Um die Elektricität des Deckels zu unterſuchen, nahm Wilke zwey runde Pappſcheiben A und B, mit dünnem Zinnblatte überzogen, ſo groß als der Deckel des Elektrophors. Dieſe wurden mittelſt 3 ſeidener Fäden 5 oder 6 Zoll von einander parallel unter einander gehängt, und an der obern B durch andere Fäden ſo befeſtigt, daß die beyden Scheiben zugleich konnten aufgehoben und auf die Harztafel niedergeſetzt werden, nachdem letztere zuvor ſtark elektriſirt worden, und dadurch auf der obern Seite negativ oder voll Säure ge-

worden iſt. Die Form ward auf ein Brett gelegt, und ableitend gemacht. Ward nun

1. A allein niedergeſetzt und wieder aufgehoben, ſo fand man ſie wohl ein- und andermal negativ, aber nachher allezeit ohne Elektricität.

2. Ließ man B nieder, um A zu berühren, wenn dieſe auf dem Harzkuchen lag, und wurden beyde zugleich aufgehoben, ſo fand ſich B negativ und A poſitiv.

3. Legte man A auf einen trockenen gläſernen Fuß, und ließ B nieder, um A zu berühren, ſo verloren beyde alle Elektricität, zum Beweiſe, daß die mit Säure angefüllte Harzfläche zwar im Anfange etwas an die Scheiben abgegeben habe, aber nachher bey bloßer Vertheilung ſtehen geblieben ſey, da alle Säure nach B getrieben, aber das Feuer von A zurückgehalten werde. Dieſe durch Vertheilung zerſtreuete Materien flöſſen außer dem Wirkungskreiſe der Harzfläche zuſammen, vereinigten ſich, und machten einander unwirkſam.

4. Senkte man A allein nieder und berührte ſie mit dem Finger, ſo war ſie beym Erheben ſtark poſitiv, aber B blieb unelektriſch, welches ſich am beſten zeigte, wenn man das Feuer von A wegnahm.

5. Berührte man B, ehe A ſeines Feuers beraubt ward, und nahm erſt darnach dieſes Feuer durch Berührung aus A, ſo ward auch A ſtark negativ, welches alles deutliche Folgen von Berührung der Körper in andern elektriſchen Atmoſphären ſind. Die Säure in der Harzfläche ziehe an ſich und ſammle aus dem Finger nach A mehr Feuer; dieſes Feuer ziehe wiederum die Säure in B an ſich, vermehre und halte

ſie

ſie da zurück, welches man nicht eher wahrnehme, bis dieſes Feuer weggenommen ſey, da die aus dem Finger zugefloſſene Säure in B frey und wirkſam werde.

6. legte man A auf die Harztafel, ſteckte B bis auf einen Zoll an ſie hinunter, und berührte ſie da, ſo ward B beym Erheben poſitiv, aber A war ohne Elektricität. Denn die durch Vertheilung von A ausgetriebene Säure könne nicht nach B übergehen, ſondern ziehe bloß durch Vertheilung derſelben Feuer, und treibe die Säure aus, welche mit dem Finger abgeleitet werde, da das zurückgebliebene Feuer beym Aufheben herrſchend werde; in A höre wieder mit ſelbiger Vertheilung alle Elektricität auf, ſobald ſie von der Tafel gehoben werde.

7. Hing A einen Zoll über der Harztafel, und wurden beyde Tafeln zugleich mit einem gekrümmten Stahle berührt, der an eine Stange Siegellack befeſtigt war, ſo fand ſich nach dem Abziehen die eine A bejaht, die andere B verneint. Dieſe durch Vertheilung entſtandene Elektricitäten verſchwanden, wenn beyde vom Stahle von neuem berührt wurden. Hieraus ſehe man, was ſich ereignen müſſe, wenn beyde Scheiben A und B, als zwey Boden des Deckels, vom Elektrophor beſtändig mit einander vereinigt wären, und da man ſich wirklich dieſen Deckel vorſtellen könne, als beſtehe er aus zwey ſolchen Scheiben oder Boden, ſo laſſe ſich aus Vergleichung mit dieſem Verſuche die Urſache der Veränderungen finden.

Er ladete den Elektrophor, machte die Form ableitend, und ſetzte den Deckel unelektriſch auf die obere negative Harzfläche.

1. Der Deckel ward ſogleich auf der Tafel ſelbſt negativ, verlor aber beym Erheben dieſe durch Vertheilung entſtandene Elektricität.

2. Berührte man den Deckel auf der Tafel, ſo verſchwand deſſelben negative Elektricität, und er ward unelektriſch.

3. Ward aber der Deckel erhoben, ſo war er ſtark poſitiv. Denn das Feuer, welches von der Säure der Harzfläche an dem untern Boden war geſammelt und zurückgehalten worden, ward nun frey, breitete ſich aus, und bildete eine Atmoſphäre um den Deckel.

4. Setzte man von neuem den Deckel unberührt nieder, ſo verſchwand alle Elektricität, kam aber allemal beym Aufheben wieder, weil die Säure der Harzfläche abwechſelnd das im Deckel geſammlete Feuer band und wieder frey machte.

5. Ward der Finger beym Aufheben gegen den Deckel gebracht, ſo bekam man, ſobald der Deckel die Harzfläche verließ, einen kleinen Funken. Hob man ihn höher, bekam man wieder einen Funken, noch höher, den dritten u. ſ. f. Je höher der Deckel auf einmal gehoben ward, deſto ſtärker ward auch der erſte Funken; man mußte ihn mehr als eine Elle erheben, wenn der Funken auf einmal ſeine völlige Stärke bekommen ſollte. Eben ſo gab der Deckel beym Niederſinken mehr ſchwache Funken nach einander, welche jedoch viel ſchwächer waren als die erſten.

6. Setzte man den Deckel auf einmal nieder, ſo war der negative Funken wohl da am ſtärkſten, aber nie ſo ſtark und lebhaft, doch mehr durchſchneidend, als der poſitive beym Aufheben. Am ſtärkſten wurden

dieſe

dieſe Funken, wenn man Deckel und Form zugleich berührte.

7. Vorerwähntes Verhalten ließ ſich durch ein gewöhnliches Elektrometer unterſuchen, zeigte ſich aber auch im Dunkeln ganz deutlich durch ungleiche Geſtalt der von den Spitzen, die man an den Deckel brachte, ausfahrenden Lichtbüſchel. Feuer gab einen langſamen und flatternden, Säure hingegen einen kleinen und kurzen Stern.

Aus allen dieſem ſey nun deutlich, daß die Elektricität des Deckels von der Harzfläche wohl erregt, aber nicht durch wirklichen Uebergang mitgetheilt werde. Denn 1. ſey dieſe Elektricität der der Harzfläche entgegengeſetzt. 2. Erhalte der Deckel keine Elektricität, wenn er nicht berührt, ſein vertheilter Vorrath alſo abgeleitet und Zufluß erregt werde; 3. könne man den Deckel auf dem Harze elektriſiren, ſo lange man wolle, ſeine jedesmal erhaltene Elektricität laſſe ſich ſammeln, und man könne damit ſo viel Ladungsgläſer füllen, daß die Summe mehr betrage, als was die Harztafel bey ſtärkſter Ladung enthalten könnte. Zumal da 4. die Tafel dabey anfänglich etwas verliere, nachher aber nicht viel mehr. 5. Wirke die Harztafel nicht unter dem Anrühren ſelbſt, ſondern ſie errege auch dieſe Veränderungen in einem beträchtlichen Abſtande vom Deckel. Dieſes zeige deutlich, daß die Elektricität des Deckels ihren Urſprung nicht aus der Harztafel ſelbſt habe, ſondern durch Vertheilung innerhalb deſſelben elektriſchen Atmoſphäre vom Deckel ſelbſt herzuleiten ſey.

Da man ſich bey verſchiedenen elektriſchen Erſcheinungen oft auf elektriſche Atmoſphären berief,

ſich aber von ſelbigen eine undeutliche Vorſtellung machte, ſo ſuchte Wilke ihre eigentliche Beſchaffenheit beſtimmter und genauer darzuſtellen. Allgemein verſteht man darunter die Weite, innerhalb welcher ein elektriſirter Körper ſeine Wirkung auf andere ausübt. Die Frage ſey, wie es damit zugehe? Sey die elektriſche Materie, von welcher dieſe Wirkungen herrührten, bloß innerhalb dieſes Körpers geſammelt, und wirke ſie von da mit einer ziehenden oder treibenden Kraft im beträchtlichen Abſtande auf andere Körper? Sey ſie in Geſtalt eines Dunſtkreiſes außer und um den Körper geſammelt? Oder beruhe ſie bloß auf der Luft durch Vertheilung und Uebergang erregte Elektricität? Nach Wilke'ns Meinung müſſen alle drey Behauptungen zu einer zuſammenhängenden Erklärung vereinigt werden. Die elektriſche Materie könne ſich frey und ungebunden ſowohl innerhalb als außerhalb des Körpers finden, bleibe aber als Atmoſphäre beſonders in der umgebenden Luft ſtehen, auf deren elektriſchen Zuſtande dieſe Wirkungen der Atmoſphären alle zunächſt und eigentlich beruhten.

Mit Recht habe man die Luft unter die Materien gezählt, welche viel eigene Elektricität beſitzen, mithin die elektriſche Materien ſtark anziehen und zurückhalten, aber nicht ſo leicht fahren laſſen, von andern Körpern annehmen oder zu ſolchen fortpflanzen. Um dieſelben mache alſo die Luft gleichſam einen Ueberzug, oder eine auf allen Seiten anliegende Unterlage, welche die in den Körpern geſammelte elaſtiſche Materie einſchließe und zuſammenhalte, wenn ſie, aus welcher Urſache es auch ſeyn möge, darin herrſchend geworden ſey. Werde die Luft verdünnt, ſo bekomme dieſe Materie Platz, ſich frey auszubreiten, und wenn ſie gänzlich

lich weg wäre, würde keine Elektricität oder Atmoſphäre um die Körper zurückbleiben. Unter der Luftpumpe nähmen alle Anziehungen und Zurückſtoßungen ab, die Feuer breiteten ſich freyer aus, zertheilten ſich, und würden wie der Bliz in der höchſten Luftgegend wie bleicher Glanz, keine Ladung habe da Beſtand, und die Ableitung geſchehe durch den luftleeren Raum frey, wie durch den beſten Leiter. Von dieſem Widerſtande der Luft müſſe man ſich nicht die Vorſtellung machen, als könnte ſich die elektriſche Materie nicht durch die Zwiſchenräume derſelben drängen, und würde davon eingeſchloſſen, wie Waſſer oder Luſt in einer Flaſche. Nein, ſelbſt der Luft natürlicher Vorrath und der Materie ſtarkes Anhängen an die Lufttheilchen thue dieſe Wirkung. Daher laſſe ſich auch die Luft ſelbſt, wie andere Materien von eben der Beſchaffenheit, durch die elektriſche Materie, die ſie enthalte, in einen wirklichen Vertheilungs- und Ladungszuſtand verſetzen, da ſie in Geſtalt einer um die Körper befindlichen Atmoſphäre auf andere Körper wirke, welches ſich aus Vergleichung mit andern weniger ableitenden und geladenen Körpern, wie dem Ladungsglaſe, deutlich abnehmen laſſe.

Sobald alſo eine der elektriſchen Materien, z. B. Säure, in einem Körper herrſchend werde, oder nicht von zugehörigem Feuer geſättigt ſey, ſo werde dadurch ſolche Vertheilung in der zunächſt umgebenden Luft erregt. Die Säure ziehe das Feuer der Luft an ſich, und treibe derſelben Säure nach der Außenſeite der nächſten Luftſchichten; dieſe pflanzten gleich mehreren an einander liegenden Glastafeln ſolche Vertheilung fort, mit abnehmender Stärke, eine an die andere, ſo weit als es die Stärke der erſten Elektricität, und der

der Widerſtand der Luft geſtatte. Dadurch werde der Körper mit einer Atmoſphäre umgeben, die ſich ſehr weit erſtrecke, auch durch Wind, ſelbſt Verrückung des Körpers, nicht verloren gehe, weil dieſer Vertheilungszuſtand eben ſo bald wieder in der von neuem zufließenden, als in der weggegangenen Luft erregt werde, ohne daß der Körper ſelbſt etwas dabey verliere, wie die Hinterſeite einer Glastafel Elektricität bekomme und wieder verliere, ſo oft ein elektriſirter Körper ihrer andern Seite genähert und wieder weggenommen werde, und allemal gleich mitten vor dieſem Körper elektriſch werde, wenn er bey ihr vorbey, ab- und zugeführt werde. Aus eben der Urſache verſchwinde auch die oft weit erſtreckte Atmoſphäre auf einmal, ſobald die im Körper befindliche vertheilende Elektricität durch Funken oder Berührung weggenommen werde, mithin die Urſache zur Vertheilung in der Luft aufhöre, welches alles nicht geſchehen könnte, wenn die Atmoſphäre nur aus Materie beſtände, die in die Luft wirklich übergegangen und um den Körper geſammelt wäre.

Der elektriſche Zuſtand der Luft bleibe aber nicht allemal bey dieſer Vertheilung ſtehen. Die Luft nehme auch wirklich übergegangene Materie an, werde davon elektriſirt und geladen. Die Körper, welche mit Säure oder mit Feuer beſchwert ſind, ziehen etwas von der Luft vertheiltes Feuer oder Säure in ſich, und geben etwas von ihrem entgegengeſetzten Vorrath ab. Die Luft, welche ſolchergeſtalt durch Uebergang elektriſch ſey, werde da von eben dem Körper weggetrieben, und nehme ihren Weg nach der Seite, wo der geringſte Widerſtand ſey, oder wo ſich unelektriſche, oder mit entgegengeſetzter Elektricität beladene Luft zu-

nächſt

nächſt befinde, ſich damit zu vereinigen. An weiten, glatten und gleichen Flächen könne dieſe elektriſche Luft den Weg nirgends hinnehmen, ſondern ſtehe wie eine ruhende Atmoſphäre um den Körper, aber bey Spitzen und Ecken, wo keine oder nur wenig Vertheilung geſchehen könne, und die meiſte unelektriſche Luft zunächſt ſey, breche dieſe elektriſirte und von der übrigen Atmoſphäre zurückgehaltene und gleichſam ausgepreßte Luft hervor, wie ein Wind, mit leuchtenden Feuerbüſcheln, deren äſtige Strahlen oder Adern nichts anders ſind, als zuſammenhängende Funken- und Feuerſcheine, welche der ausfahrende elektriſche Luftſtrom gegen die unelektriſche Luft gebe, mit der er ſich vermenge, ſeine Materie ablege, und mit ſich gleichſam einen von der Spitze ausfahrenden Strom auf einen beträchtlichen Abſtand forttreibe. Daher erſtrecke ſich die Atmoſphäre an dieſer Stelle am weiteſten hinaus, man bemerke vor ſolchen Spitzen keine Vertheilung und Ziehen, nur bloßen Uebergang und Zurücktreiben; des Körpers Elektricität werde dadurch bald geſchwächt, auf eine große Entfernung nach andern Körpern geführt, ſelbſt die ſichtbaren Feuerbüſchel hielten nicht länger an, als der Körper von der Elektriſirmaſchine beſtändigen Zufluß dieſer herrſchenden und in die Luft übergehenden Materie bekomme, oder auch dieſe Materie von andern Körpern dahin auf eine kurze Zeit gezogen werde. Alle dieſe Umſtände ließen ſich aus einer im Körper zurückbleibenden Materie nicht erklären.

So verhalte es ſich mit der elektriſchen Materie, ſo lange ſie keinem andern Körper begegne. Finde dieſes ſtatt, ſo wirke auch da die durch Vertheilung der äußern Luftſchicht getriebene Elektricität, wie die

äußere

äußere Seite eines Ladungsglaſes auf ſeine Belegung, erſt durch ſeine Vertheilung und nachher durch wirklichen Uebergang auf dieſe in die Atmoſphäre geſenkten Körper. Der Luft herrſchende Säure z. B. ziehe dieſer Körper Feuer an ſich und treibe ihre eigene Säure aus nach der abgewandten Seite, woraus ſolchergeſtalt Anziehen und Zurückſtoßen mit entgegengeſetzten Elektricitäten allezeit auf einmal, obgleich in ungleichen Theilen entſtehen müſſe. Aber auf der eigenen Beſchaffenheit der Körper beruhe, was für Erſcheinungen eigentlich darauf folgen ſollten, von welchen die vornehmſten folgende ſind:

Sey der Körper klein, leicht und beweglich, daß ſeine Theile durch eigenes Ziehen der in dem herrſchenden vertheilten Materie folgen könnten, ſo entſtehen daraus allerley Bewegungen. Die zugewandten, mit Feuer erfüllten Theile begeben ſich tiefer in die Atmoſphäre, die abgewandten fliehen, vermittelſt der ausgetriebenen Säure, und werden von ihr fortgetrieben. Ein lockerer Baumwollklumpen, oder eine an Seide hängende Feder ſtrecken die zugewandten Fäden von ſich, um damit gleichſam den elektriſirten Körper zu umfaſſen, die abgewandten ſtrecken ſich auch davon, und ſuchen zu fliehen, ſobald ſie frey werden. Im Gegentheil Körper, welche ihre Materie ſchwer fahren laſſen, werden auch ſchwerer und langſamer gezogen und zurückgeſtoßen, ja man verſpüre keine Bewegung oder Ziehen, wenn der Körper von allen Seiten mit gleichartigen Atmoſphären umgeben ſey, als wenn er in tiefe elektriſirte Gefäße verſenkt werde, und beyderley Materien nach allen Seiten gleich ſtark ziehen und treiben, in welchem Falle ſelbſt Berührung nicht einmal Elektricität zu erregen vermöge.

Endige ſich der eingeſenkte Körper in eine ſcharfe Spitze, und werde alſo die in dieſer Spitze geſammelte Materie, z. E. Feuer, mit überwiegender Stärke nach allen Richtungen von der Luft herrſchenden Säure gezogen, ſo könne ſie auch dieſe Spitze verlaſſen, die Luft in natürlichen Zuſtand verſetzen, und mit ihr, wie ein ausfahrender Wind, ſich weiter hin in die Atmoſphäre begeben, bis an den elektriſirten Körper, deſſelben herrſchende Säure ſättigen, und dadurch auf einen merklichen Abſtand deſſelben Elektricität ſchwächen. Das ſehe man am deutlichſten, wenn man an den elektriſirten Körper einen ſich ausbreitenden Baumwollenbüſchel, Federn oder ſeidene Fäden befeſtige, welche im Begriff ſind, davon zurückgetrieben zu werden, aber von dergleichen entgegenkommender Spitze, wie von einem Winde niedergebracht, und gleichſam an den Körper gedrückt werden, ohne ſich eher zu erheben, bis man die Spitze wegnehme, und dieſer mit Feuer beladene Luftſtrom aufhöre.

Dieſe Leichtigkeit, mit welcher Spitzen innerhalb der elektriſchen Atmoſphäre ihre Materie fahren ließen, verurſache viel Veränderungen in nur erwähnten Anziehungen und Zurückſtoßungen leichter Körper. Sey der leichte Körper mit einer Spitze verſehen, und dieſe zugewandt, ſo gebe ſie Feuer von ſich, ohne daß der Körper mit gezogen, ſondern bloß wegen des abgewandten Theils Säure zurückgeſtoßen werde. Sey die Spitze abgewandt, ſo werde der Körper nur gezogen, nicht zurückgeſtoßen, da die ausgetriebene Säure die Spitze ſo leicht verlaſſe. Ein ſolcher Körper könne eine Weite in die Atmoſphäre gezogen werden, daſelbſt ſeine Materie abgeben, nachher wieder herausgetrieben werden, und nach dieſer Zurückſtoßung von

ſich

ſich ſelbſt mehrmal wiederkommen, ſo an einer Stelle in der Atmoſphäre unbeweglich ſtehen, wie Franklin's ſogenannter Fiſch lange gezeigt habe.

Sey der Körper weder ſo klein, daß ihn ſeine Materie mitführen könnte, noch ſo ſpitzig und ſcharf, daß er ſie leicht von ſich laſſe, ſondern ſey er mit einer glatten und gleichen Fläche verſehen, ſo ereigne ſich in der zwiſchen den Körpern befindlichen Luft ein Zuſtand, am ähnlichſten der Ladung, die in Glas, Harz und andern Körpern in eben der Lage entſtehe. Die Luft werde um den einen Körper mit Säure erfüllt, um den andern mit Feuer; dieſe Materien ziehen und binden einander, und verurſachen in der Luft und in den Körpern eben ſolche Wirkungen, wie bey Glastafeln und ihren Belegungen vorkommen.

Dieſer Zuſtand finde ſich nun allezeit in der Luft, wenn ein elektriſirter Körper einem andern begegne. Die Luft um den einen werde mit Säure erfüllt, um den andern mit Feuer. Dieſe Materien gehen durch Vertheilung aus dem Körper, welche zugleich aus der Luft die durch eben dieſelbige Vertheilung darin zerſtreuete entgegengeſetzte Materie ziehen. Wurde nun die Luftſchicht zwiſchen den Körpern ſo dünn, oder kamen die Körper einander ſo nahe, daß dieſe um ſie geſammelten Materien einander erreichten, ſo eilten ſie zuſammen und machten da den knallenden und die Luft ringsherum von ſich treibenden Funken oder Strahl, mit welchem die Ladung für dießmal verſchwinde, wofern nicht eben der Zuſtand von außen durch beſtändig zufließende Elektricität unterhalten werde, und die Funken ſo dicht nach einander folgen könnten. Dieſe Atmoſphäre um die Körper könne man gewiſſermaßen mit Augen ſehen, wenn man leichter

leichter Körper Bewegungen zwiſchen dergleichen Körpern beobachte.

Dieß ſey nun der Zuſtand, in welchem ſich der Deckel bey den Verſuchen mit dem Elektrophor befinde. Die Harzfläche, nach der Ladung rückſtändiger Säure, errege in der über ihr befindlichen Luft durch bloße Vertheilung eine ſich weit erſtreckende Atmoſphäre. Dieſe Luft begegne dem Deckel, und ſey bey den angeführten Verſuchen die wahre Urſache der im Deckel vorgehenden Vertheilung und aller dabey vorkommenden Veränderungen. Wie nun die Elektricität der Luft mehr und mehr zunehme, je näher ſie der elektriſchen Fläche ſey, ſo werde auch des Deckels Vertheilungszuſtand vermehrt oder vermindert, nachdem man ihn höher oder tiefer in der Tafel Atmoſphäre verſenke, am ſtärkſten bey unmittelbarer Berührung der Fläche, wie die Verſuche lehrten.

Endlich unterſuchte Wilke auch das Verhalten der Form beym Elektrophor. Nachdem nämlich der Harzkuchen geladen, der Deckel aufgeſetzt und der Funke ausgezogen war, ward der ganze Elektrophor auf ein hohes trockenes Weinglas geſetzt. Außen am Rande der Form hing eine kleine Probekugel, und an ihrer Nachbarſchaft ſtellte man zwey mit entgegengeſetzten Elektricitäten geladene Glasflächen, oder eine zu dieſer Abſicht mit doppelten Belegungen vorgerichtete Glastafel. Nun ließ ſich folgendes bemerken:

1. Der ganze Apparat, mit Form und Deckel, fand ſich ohne alle Merkmale der Elektricität. Aus dieſem Zuſtande, welcher bey allen Ladungen nach ausgezogenem Stoße gewöhnlich iſt, konnte man doch noch nicht ſchließen, daß die Harztafel

ihre Ladung wirklich verloren habe, und nebſt den Belegungen im natürlichen unelektriſchen Zuſtande ſey. Denn

2. ſobald der Deckel aufgehoben wurde, ward er ſtark poſitiv, die Form ſtark negativ. Führte man den Deckel gegen die Form, ſo entſtand ein ſtarker Funken, auch ſpielte die Probekugel wie gewöhnlich ab und an zwiſchen dieſen mit entgegengeſetzten Elektricitäten verſehenen Belegungen. Denn beym Abheben läßt das Feuer die Säure der obern Fläche fahren, welche ſolchergeſtalt das Feuer der untern Fläche ſtärker zieht. Dieſes Feuer kann alſo der Form Vertheilungsſäure nicht zurückhalten, ſondern läßt ſie fahren, um ſich frey in die Form auszubreiten, und ſie nebſt der darum befindlichen Luft negativ zu machen.

3. Je höher man den Deckel hob, deſto ſtärker wurden dieſe Elektricitäten, welche auch, wenn man die Theile nicht berührte, in eben dem Maße wieder abnahmen und verſchwanden, wie der Deckel auf die Harztafel geſenkt ward. Denn die Theile wirken vermittelſt ihrer Atmoſphären oder der in der Luft vorgehenden Vertheilung noch auf einander, bekommen aber ihr voriges Gleichgewicht wieder, wenn das Feuer des Deckels die obere Säure von neuem bindet, und wenn dieſe das untere Feuer fahren läßt, ſo nimmt dieſes Feuer, wie zuvor, der Form die Säure wieder.

4. Rührte man den erhobenen Deckel, und ſetzte ihn hierauf unelektriſch nieder, ſo verſchwand der Form negative Elektricität nicht wie vorhin, ſondern ſie machte den Deckel mit ſich negativ. Denn nachdem der Deckel ſein Feuer verloren hat, kann es beym Niederſetzen nicht völlig der obern Fläche Säure binden, das untere Feuer kann alſo auch nicht der Form freye

Säure

Säure entziehn, welche alſo wirkſam bleibt. Da nun der untern Seite Feuer nicht vollkommen der obern Seite Säure bindet, ſo lange ſie zum Theil von der Form Säure zurückgehalten wird, ſo behält auch die obere Fläche einen Ueberſchuß von Säure, der im Deckel durch Vertheilung die entſtehende negative Elektricität erregt.

5. Berührte man den auf die Tafel gelegten Deckel, ſo verſchwand aufs neue gänzlich ſeine eigene Elektricität und die negative der Form. Denn wenn des Deckels vertheilte Säure abgeleitet wird, ſo fließt ſo viel Feuer zu, als die Säure der obern Fläche erhält, das untere Feuer fahren zu laſſen, welches da die zur Form übergegangene Säure wieder nimmt, und das erſte Gleichgewicht herſtellt.

6. Wenn man den Finger oder einen ableitenden Knopf nahe an die Form brachte und den Deckel aufhob, ſo ſchlug ſogleich ein Funken zwiſchen ihnen. Hob man den Deckel höher, ſo ſchlug wieder ein Funken; eben das erfolgte, wenn man den Deckel, anſtatt ihn höher zu heben, anrührte, oder einen Funken aus ihm zog. Denn des Deckels Säure zieht der obern Fläche Säure nicht nur unter dem Berühren ſelbſt, ſondern auch vermittelſt der Vertheilung in die Luft und deſſen Atmoſphäre in merklichem Abſtande, nur ſchwächer. Sobald nun dieſes Feuer die obere Säure fahren läßt, bricht die Säure der Form aus, und kann vermittelſt des Funkens zum Finger übergehen. Hebt man den Deckel höher, ſo wirkt er auch weniger auf die obere Säure, und die Säure der Form wird frey, einen neuen Funken zu geben. Daher muß ſich dieſes deſto mehr ereignen, wenn das Feuer des Deckels durch ausgezogene Funken oder Berüh-

rung völlig weggenommen wird, und deſſen Wirkung auf die obere Säure folglich aufhört; dieſe Säure bekommt dann freyere Wirkung auf das untere Feuer, welches zugleich die Säure der Form fahren läßt, daß ſie mit einem Funken zu benachbarten Körpern gehen kann.

7. Wenn man den Deckel abwechſelnd erhob und niederſetzte, und jedesmal berührte, ſo gab er auch jedesmal einen neuen Funken. Beym Erheben war dieſer jedesmal poſitiv, beym Niederlaſſen negativ, welcher Unterſchied ſich am beſten durch abwechſelnden Feuerglanz aus einer an dem Deckel befeſtigten Spitze im Dunkeln wahrnehmen ließ.

8. Dieſer von Plus nach Minus abwechſelnde Funken, oder der, welcher beym Aufnehmen und Niederſetzen des Deckels erhalten ward, waren nun zunächſt gleich ſtark, da dieſe Funken vorher, unter eben den Umſtänden, wenn die Form ableitend war, ſo ungleich waren. Um hierzu den Grund aufzufinden, muß man genau auf die verſchiedene Anſtellung des Verſuchs merken. Die Form war das vorige mal ableitend, jetzt aber iſolirt. Im erſten Falle kann bey Erhebung des Deckels deſſelben Säure entweichen, im letztern bleibt ſie in der Form geſammelt. Der untern Fläche Feuer kann ſolchergeſtalt auch im letztern Falle ſich mit dieſer Säure ſchneller vereinigen, als wenn die Säure erſt durch Vertheilung aus der des Leiters ſoll geſammelt und abgeſondert werden, und der obern Fläche Säure nimmt nur das Feuer des Deckels in ſich in eben dem Maße, wie ſie das Feuer der untern Säure fahren läßt, und dieſes Feuer kann ſich wiederum mit der Säure der Form vereinigen. Auf dieſe Art muß auch die obere Seite langſamer auf

den Deckel wirken, wenn die Form ableitend iſt, als wenn ſie iſolirt, und ihre Säure bereit iſt, ſich mit dem untern Feuer zu vereinigen, auch die obere Seite ſolchergeſtalt ſchneller und auf einmal das Feuer des Deckels annehmen kann, und dieſer Deckel mit einem lebhaften Funken ſeine ausgetriebene oder befreyte Säure von ſich gibt, welches im entgegengeſetzten Falle nur langſamer geſchieht, und mit einem ſchneidenden Funken. Beym Aufheben iſt der Deckel allemal poſitiv, und gibt ſein Feuer in beyden Fällen gleich geſchwind von ſich. Alſo kann beym Niederſetzen der entſtehende Funken dem vorigen mehr gleichen, wenn die Form iſolirt, als wenn ſie ableitend iſt, und die Fortpflanzung in und an die Harztafel langſamer geſchieht.

Wenn die Einrichtung des Apparats gerade ſo wie vorher war, dabey aber die Form nicht berührt wurde, ſo ergaben ſich folgende Erſcheinungen:

1. Sobald der Deckel erhoben wurde, ward die Form negativ, und mit dieſer Elektricität ließen ſich alle gewöhnlichen Verſuche faſt leichter als mit der des Deckels anſtellen, beſonders zeigten ſich leichter Körper Bewegungen ſehr behend, und mit einem Haken, der von der Form niederhing, ließ ſich Weingeiſt leicht anzünden. Je höher der Deckel gehoben ward, deſto ſtärker ward die Elektricität, und es ließen ſich nach und nach mehr kleine Funken bey langſamer Erhebung erhalten.

2. Wenn die entſtandene negative Elektricität der Form durch Berührung weggenommen ward, ſo blieb ſie in ihrem unelektriſchen Zuſtande, ſo lange der Deckel ſtill hing. Denn nachdem der Form freye Säure weggenommen oder aus dem Finger mit Feuer

geſättigt worden war, kam die Form in ihren natürlichen Zuſtand, war unelektriſch, hatte aber doch mehr Feuer als vorhin.

3. Setzte man den poſitiven Deckel unberührt nieder, ſo bekam die Form ſogleich neue Elektricität, welche jedoch nicht, wie vorhin, negativ, ſondern poſitiv war, daher auch der Deckel ſeine poſitive behielt. Denn wenn die Säure der Form abgeleitet wird, vereinigt ſich die Säure der obern Harzfläche mit dem Feuer der untern Seite, und die ganze Vorrichtung iſt anzuſehn, als wäre ſie im natürlichen Zuſtande und des Deckels Feuer darin neue Elektricität erweckte, da ſein Feuer, welches die obere Säure bindet, das untere Feuer austreibt, und macht, daß dieſes die Säure aus der Form zu ſich nimmt, auch das Feuer befreyt und austreibt, welches zwar die Form poſitiv macht, aber auch durch Gegenwirkung des Deckels Feuer zurückhält, daß es ſich nicht völlig mit der obern Säure vereinigt, ſondern zum Theil im Deckel zurückbleibt und ihn poſitiv macht.

4. Wenn der Deckel wieder erhoben ward, verſchwand dieſe Elektricität in der Form von neuem und zog ſich in die Form.

5. Wenn der poſitive Deckel niedergeſetzt ward, nachdem die Form war berührt worden, und jetzt vom Deckel poſitiv erhalten ward, und man alsdann den Deckel anrührte, oder deſſelben Elektricität wegnahm, ſo verminderte ſich zwar der Form poſitive Zuſtand etwas, verſchwand aber nicht völlig.

6. Erhob man den berührten Deckel wieder, ſo verſchwand dieſer Ueberſchuß gleichfalls, kam aber wieder, ſobald der Deckel, der während des Erhebens

ſich

ſich poſitiv zeigte, niedergeſetzt ward, und ſeinen poſitiven Zuſtand verlor.

Dieſer kleine Ueberſchuß poſitiver Elektricität in der Form rührte daher: wenn der Deckel zuerſt aufgehoben ward, ſo zog ſich zwar die obere Säure nach dem untern Feuer und befreyte dadurch die Säure der Form, konnte aber, ſo lange dieſe Säure in der Form zurückblieb, nicht völlig ſo viel Feuer binden oder an ſich ziehn, als wenn dieſe Säure durch Berührung abgeleitet und aus dem Finger mit neuem Feuer geſättigt ward, wovon die untere Harzfläche zugleich ſo viel entzog, als das Ziehen der obern Säure zum völligen Gleichgewichte und zur Sättigung verlangte. In der untern Fläche und Form iſt alſo nun mehr Feuer als zuvor, da die obere Säure nach Ausziehung des Stoßes vom Feuer des Deckels gebunden war. Dieſes Feuer wird nun ausgetrieben und befreyt, wenn der Deckel wieder niedergeſetzt und die obere Säure von neuem von deſſen Feuer gebunden wird. Aber der Form erſte Säure iſt weggeführt, und jetzt nicht zulänglich, alle dieſes Feuer zu ſättigen, welches deßwegen auch die obere Säure nicht vollkommen fahren läßt, des Deckels Feuer an ſich zu ziehn, wovon ein Theil zurückbleibt und den Deckel poſitiv macht; wird nun dieſes Feuer vom Deckel weggenommen, ſo hört zwar ſein Zug der Säure auf der obern Fläche auf, welche ſolchergeſtalt ſtärker wirkt und etwas mehr von dem untern Feuer einzieht, aber, von dem im Deckel noch befindlichen Feuer ſchon größtentheils gebunden, das untere Feuer nicht vollkommen an ſich zu ziehn oder zu binden vermag, ehe der Deckel von neuem erhoben wird, und ſolchergeſtalt die obere Säure wie

vorhin ihre ganze Kraft auf das Feuer der untern Theile ausüben kann, und dadurch derſelben, durch das Berühren in dieſer Stellung, angenommenen natürlichen Zuſtand wieder herzuſtellen.

7. Erhob man den Deckel zu einer gewiſſen Höhe, etwa 5 bis 6 Zoll von der Tafel, und nahm die da entſtehende negative Elektricität der Form durch Anrühren weg, ſo blieb die Form unelektriſch, ſo lange der Deckel in dieſer Höhe war; zog man ihn aber höher, oder ſenkte man ihn tiefer, ſo ward die Form ſogleich elektriſch, doch auf ungleiche Art. Erhob man den Deckel, ſo ward die Form negativ, ſenkte man ihn, ſo ward ſie poſitiv, und die Abwechſelungen der Art der Elektricität folgten ſchnell auf einander, ſo lange der Deckel ſeinen poſitiven Zuſtand behielt.

Aus allen dieſen Erſcheinungen, welche ſich beym Elektrophor wahrnehmen laſſen, ſchließt nun Wilke ganz richtig, daß ſie einſtimmig von dem in der geladenen Harztafel nach ausgezogenem Stoße zurückbleibenden Ladungs- oder Vertheilungszuſtande zeugen, woraus ſich alle dabey vorkommenden Begebenheiten, bis auf die kleinſten Umſtände, ohne Beyhülfe einer beſondern vis vindex erklären laſſen.

Daß der erregte Elektrophor wirklich in einem Ladungszuſtande ſich befinde, ſucht Wilke noch durch einige Verſuche zu beweiſen, welche die vollkommene Zerſtörung der Elektricität deſſelben betreffen.

Zu dem Ende wurde der Elektrophor geladen, der Stoß ausgezogen, die ganze Maſchine auf ihren gläſernen Fuß gebracht, und der Deckel erhoben. Führte man nun den Deckel abwärts, und überfuhr die obere Harzfläche, ohne Reiben, einige mal mit einer feinen

Spitze,

Spitze, oder der ſcharfen Kante eines dünnen Metallblatts, ſo that dieß ſogleich die merkliche Wirkung, daß 1. der Form Elektricität größtentheils verſchwand, und 2. der Harztafel vorige Eigenſchaften gleichſam auf einmal zerſtört, oder wenigſtens mehr geſchwächt wurden, als durch den längſten Gebrauch. Dieß erfahre man, ſobald man den Deckel von neuem aufſetze, und deſſen Elektricität nach ausgezogenem Stoße unterſuche, wo man kaum noch einige Funken erhält.

Am leichteſten und vollkommenſten aber ward die Kraft des Elektrophors vermittelſt des kleinen Ladungsglaſes, das zuvor zu ſeiner Verſtärkung war angewendet worden, zerſtört. Legte man nämlich des Glaſes ungleichartige Seite auf die Tafel, ſo ward dadurch ihre Kraft gänzlich zerſtört. Denn das Glas gab dadurch der Harzfläche Feuer ab, wodurch die in ſelbiger rückſtändige Säure geſättigt, und in ihren natürlichen Zuſtand verſetzt wurde.

Hieraus zog nun Wilke folgende allgemeine Schlüſſe:

1. Man hat den Elektrophor als einen Ladungsverſuch anzuſehen, und alle ſeine Wirkungen aus dem Ladungsreſte herzuleiten, der nach ausgezogenem Stoße noch in der Harztafel bleibt.

2. Die Elektricität des Deckels und der Form, die bey der Ablöſungsvereinigung entſtanden iſt, und ſich beym Abſondern von der Tafel äußert, wird dieſem Theil nicht durch wirklichen Uebergang vom Harze mitgetheilt, ſondern entſteht von der in dieſen Leitern innerhalb der Harztafelatmoſphäre vorgehenden Vertheilung.

3. Zu dieſer Erklärung brauche man daher nicht eine eigene neue electricitas vindex, da dieſe Urſache, als Kraft betrachtet, nichts anders ſey, als die in den elektriſchen Körpern zurückbleibende elektriſche Materie, welche ohne wirklichen Uebergang Vertheilung in andern nahe liegenden Körpern mache.

4. Dieſer Unterſchied zwiſchen bloßer Vertheilung und wirklichem Uebergange elektriſcher Materien ſey ein allgemeiner, und bey Erklärung elektriſcher Erſcheinungen deſto unentbehrlicher Grundſatz, weil dadurch alles auf einen überall gleichförmigen und einfachen Mechanismus, die ganze Lehre der Elektricität auf eine einzige Erſcheinung gebracht werde.

Ingenhouß [u]) ſuchte die Phänomene aus den Geſetzen der Atmoſphäre nach dem Frankliniſchen Syſteme zu erklären. Weil aber die Ingenhoußiſche Erklärung, beſonders in Anſehung der Wirkung der Form, noch einige Schwierigkeiten zurückließ, ſo bemühete ſich Winkler, dieſe zu heben. Einen Abriß von Winkler's Theorie gibt der Abbé Empain [x]). Wird nämlich, nach dieſer Theorie, der Deckel in die Atmoſphäre des geriebenen Kuchens gebracht, ſo verbreitet ſich auf der Oberfläche deſſelben die elektriſche Materie, erreicht aber, ſelbſt bey unmittelbarer Berührung zwiſchen dem Deckel und Kuchen, alsdann erſt ihr Größtes, wenn der Deckel mit einem nicht iſolirten Leiter berührt wird. Dieſes wird durch einen Verſuch mit einem auf den Deckel geſetzten Elektrometer

u) Philoſoph. Transact. Vol. LXVIII. P. II. n. 48. überſ. in der Leipz. Sammlung zur Phyſik und Naturgeſch. B. II. St. 5. S. 515.

x) Eſprit des Journeaux Fevr. 1788. im Gothaiſchen Magazin. B. V. St. 3. S. 110 f.

ter bewieſen, und alſo erklärt: Iſt der Kuchen in einem poſitiven Zuſtande, ſo wird die elektriſche Materie im Deckel durch die abſtoßende Kraft der im Kuchen angehäuften elektriſchen Materie an die entfernteſten Stellen des Deckels zurückgetrieben, wegen der nicht leitenden Kraft der umgebenden Luft häuft ſie ſich alſo daſelbſt an, wirkt auf die im Kuchen befindliche elektriſche Materie zurück, und ſchwächt dadurch die abſtoßende Kraft im Kuchen. Die Berührung mit einem Leiter aber verſchafft der elektriſchen Materie einen freyen Durchgang zur Erde; ſobald ſie abgeführt iſt, widerſteht ſie der abſtoßenden Kraft der im Kuchen befindlichen elektriſchen Materie nicht mehr, daher zeigt ſich nun letztere wirkſamer. Iſt hingegen der Kuchen negativ elektriſirt, ſo wird nun die elektriſche Materie des Deckels nach dem Kuchen hingelockt, bleibt aber ebenfalls an der Fläche des Deckels angehäuft, behält jedoch immer ein Beſtreben, nach den entfernteſten Stellen zurückzugehen; dadurch wird aber die anziehende Kraft des Kuchens gewiſſermaßen geſchwächt. Bringt man hingegen einen Leiter an den Deckel, ſo geht elektriſche Materie an die entfernteſten Stellen des Deckels zurück und häuft ſich daſelbſt an, ſo daß nun die anziehende Kraft des Kuchens ſich wirkſam zeigen muß.

Kommt alsdann noch eine andere Urſache hinzu, welche der Wirkung des Kuchens auf die Form entgegengeſetzt iſt, ſo wird die Kraft der elektriſchen Materie im Kuchen allein gegen den Deckel ſich wirkſam erweiſen. Eine ſolche Urſache entſteht, wenn bey Iſolirung des Elektrophors die Form mit einem Leiter in Verbindung iſt. Iſt alſo der Elektrophor nicht iſolirt, ſo iſt dieſe Urſache beſtändig vorhanden. Um

hier

hier aber die Einwendung zu entfernen, daß die Wirkung des Kuchens durch die Berührung eines Leiters mit dem Deckel ſtärker werde, bey der Form aber gerade das Gegentheil erfolge, wird nun gezeigt, was in der Form vorgeht. Sobald der Kuchen gerieben und die untere Seite negativ wird, ſo drängt ſich die elektriſche Materie der Form gegen den Kuchen hin, und es entſteht auf der Außenſeite der Form ein Vacuum, welches ſich wieder mit elektriſcher Materie aus den berührenden Leitern anfüllt. Folglich hat die Form im Ganzen mehr elektriſche Materie, als im natürlichen Zuſtande. Wird aber der Deckel aufgeſetzt, ſo wird ein Theil der Wirkſamkeit des Kuchens auf den Deckel noch größer; hingegen wenn man den Finger der Form nähert, ſo thut die in ſelbiger befindliche elektriſche Materie einen gewiſſen Widerſtand, und die Materie des Kuchens wird daher genöthigt, ihre Wirkſamkeit beynahe gänzlich nach dem Deckel hinzulenken. Da alſo der Kuchen nicht mehr auf die Form wirkt, ſo gibt dieſe den überflüſſigen Theil der elektriſchen Materie an den Finger ab. Auf dieſe Weiſe erklärt ſich der poſitive Funken, welchen die Form gibt, wenn der Deckel ſich auf dem Kuchen befindet. Wird der Deckel abgehoben, ſo iſt nun die Wirkſamkeit ganz allein gegen die Form gerichtet, zieht, wenn er negativ iſt, die elektriſche Materie der Form an ſich, und bewirkt dadurch an der Außenſeite derſelben ein Vacuum. Dieſe Wirkung des Kuchens wird erleichtert, wenn die Form mit einem Leiter verbunden iſt, weil die natürliche Elektricität der Form ſich nur mit Schwierigkeit in einem Theile anhäufen kann, wenn das dadurch entſtehende Vacuum nicht aus andern Leitern erſetzt wird. Dieß iſt die Erklärung des negativen Funken, wenn der Deckel abgehoben wird.

Wenn

Wenn der Deckel allein, ohne die Form zu berühren, auf dem Kuchen berührt wird, ſo wird zwar die Wirkſamkeit des Kuchens auf dem Deckel gereizt, allein es iſt noch keine Urſache vorhanden, welche die Wirkſamkeit des Kuchens auf die Form abhält. Wird hingegen die Form und der Deckel zugleich berührt, ſo wirkt nun der Kuchen mit der ganzen Kraft auf den Deckel allein, und folglich muß der Funke ſtärker werden.

Herr Aubert, Profeſſ. der Phyſik zu Autun, hat einen Glaselektrophor vorgeſchlagen y), welcher aus einer viereckten Glastafel von etwa 12 Quadratzoll Fläche beſteht. Dieſe Glastafel wird an eine metallene Unterlage befeſtigt, und ihre obere Fläche mit einer metallenen Scheibe oder auch mit einem Stück Pappe, über welches dünnes Bley gezogen worden iſt, in einer kreisförmigen Richtung gerieben. Dieſe Scheibe oder Pappe beſitzt, wie gewöhnlich der Deckel, drey ſeidene Schnüre, womit ſie von der Glastafel abgehoben werden kann. Wird der Deckel wirklich iſolirt von der Glasſcheibe abgehoben, ſo erhält man einen Funken. Um nun dergleichen noch mehrere zu bekommen, wird der Deckel von neuem auf die Glastafel gebracht, beyde metallene Belegungen berührt, und hierauf der Deckel abgehoben. Bey dieſem Glaselektrophor hat Aubert gefunden, daß die Funken weit ſtärker wurden, wenn vor dem Abheben des Deckels beyde Belegungen zugleich berührt wurden. Er glaubte dieſen Umſtand neu entdeckt zu haben, allein der Abbé Empain hat in dem vorerwähnten Aufſatze gezeigt, daß dieß keinesweges, ſo wie überhaupt der

y) Gothaiſch. Magazin für das Neueſte der Phyſik und Naturgeſch. B. V. St. 3. S. 96 u. f.

der Glaselektrophor, keine neue Entdeckung ſey. Bey dieſer Gelegenheit beſchuldigt Aubert der Ingenhoußiſchen Erklärung verſchiedener Unrichtigkeiten, und tadelt vorzüglich die Vergleichung des Elektrophors mit der Leidner Flaſche. Dagegen vertheidigt der Abbé Empain die Ingenhoußiſche Erklärung, und trägt eben zu dieſer Abſicht die Winkleriſche Theorie vor.

Nachher hat Aubert [z]) noch verſchiedene andere Verſuche mit ſeidenen, wollenen, linnenen und papiernen ſogenannten Halbelektrophoren bekannt gemacht, worunter er halbleitende Körper verſteht, welche auf beyden Seiten belegt ſind. Die Belegungen können aber nach Gefallen abgenommen werden, um das Werkzeug wie einen Elektrophor zu gebrauchen. Die wollenen, ſeidenen, linnenen und papiernen Elektrophore beſtehen aus verſchiedenen über einander gelegten Stücken Zeug, Leinwand, Bogen Papier u. dergl. Seine Verſuche ſchränken ſich vorzüglich auf ſolche Verſuche ein, bey welchen beyde Belegungen beweglich ſind, und welche aus mehrern über einander gelegten Schichten beſtehen, die man trennen kann, und denen er den beſondern Namen der Coelektrophoren gibt. Die dazu gebrauchten halbleitenden Körper müſſen erhitzt werden, indem ſie ſonſt wenig oder gar keine Elektricität zeigen. Bey verſchiedenen über einander liegenden Papierbogen und dergl. wechſeln poſitive und negative Elektricität beſtändig ſo ab, daß allemal die nicht geriebene Fläche die entgegengeſetzte von der gegenüber befindlichen hat.

Schon

z) Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſch. B. VIII. St. 2. S. 36.

Schon vor Aubert hat Joſeph Weber [a]) zur Erregung einer ſtarken Elektricität Glanzleinwand, Wollenzeug, Tuch, Papier, Leder u. dergl. vorgeſchlagen, und eine eigene Einrichtung angegeben, welche man als Elektriſirmaſchine und als Elektrophor zugleich gebrauchen kann, und die er mit dem uneigentlichen Namen Luftelektrophor belegt hat. Man ſpannt nämlich in einen etwa 3 Fuß langen und 2 Schuh breiten hölzernen Rahmen dergleichen Subſtanzen, erwärmt ſie alsdann, und reibt die Fläche mit einem warmen Haſen - oder Katzenbalge, wodurch eine beträchtliche Elektricität erhalten wird. Weber befeſtigt dieſen Rahmen in ein ſenkrecht ſtehendes Geſtell, welches wie ein Hitzſchirm an den warmen Ofen geſtellt, oder im Sommer der Sonnenhitze ausgeſetzt werden kann. Hierauf ſetzt man an das Geſtelle ein kleines Tiſchchen mit einem in eine gläſerne Flaſche gekitteten und umgebogenen metallenen Rohr, an deſſen Ende ſich ein gegen den Rahmen gekehrter Quaſt von Metallfäden befindet. Dieſes Rohr thut alle Dienſte eines erſten Leiters, und man darf nur die Körper, welchen man Elektricität mittheilen will, durch einen iſolirten Drath mit dieſem Rohre verbinden. Auf ſolche Art thut dieſe Vorrichtung die Dienſte einer Elektriſirmaſchine. Die Wirkungen derſelben ſind ſtärker, als man vermuthen ſollte, und beſonders im Dunkeln zeigt ſich das Licht ungemein lebhaft.

Der Rahmen allein ohne Geſtelle dient als Elektrophor. Man bringt nämlich denſelben in eine horizontale

a) Neue philoſophiſche Abhandlung. der bayerſchen Akad. der Wiſſenſch. B. I. 1778. imgl. Joſeph Weber's Abhandlung von dem Luftelektrophor. 2te Aufl. Ulm 1779. 8.

tale Stellung, und unterſtützt ihn ſo, daß das einge- ſpannte Zeug bloß von der Luft berührt wird. Da nun die Elektricität der geriebenen Fläche negativ iſt, ſo wird eine darauf geſetzte berührte und wieder ab- genommene Trommel poſitiv elektriſirt. Hierbey muß aber das eingeſpannte Zeug ganz frey bleiben und bloß die Luft berühren. Die Urſache hiervon liegt darin, daß geriebene dünne Körper an jeder Fläche, an wel- cher ſie anliegen, leicht kleben, und in dieſem Zuſtande gar keine elektriſche Erſcheinungen zeigen. So klebt die geriebene Glanzleinwand an der Wand des Zim- mers, und zeigt in dieſem Zuſtande gar keine Elektri- cität. Erſt nachher, wenn ſie von der Wand losge- riſſen und frey in der Luft gehalten wird, gibt ſie wie- der elektriſche Erſcheinungen. Eben dieſer Umſtand hat Weber'n veranlaßt, dieſer Vorrichtung den Na- men eines Luftelektrophors zu geben.

Schäffer [b]) führt an, daß er mit dem Elektro- phor ſehr ſonderbare Verſuche angeſtellt habe, woraus zu erhellen ſcheine, daß bey der Elektricität ein elektri- ſcher Magnetismus ſtatt finde. Eine über den Mit- telpunkt des Elektrophors aufgehängte Glocke ſoll in eine Schwungbewegung von Norden nach Süden kommen; hinge ſelbige hingegen zur Seite des Elektro- phors, ſo ſoll dieſe Bewegung nach dem Mittelpunkte gerichtet ſeyn. Jedoch müſſe die Schnur, woran der ſchwingende Körper hange, von einer dazu geſchick- ten Perſon berührt oder gehalten werden. Selbſt al- les, was man auf den Harzkuchen lege, nehme dieſe Eigenſchaft an, und bringe darüber gehaltene Körper zum

b) Abbildung und Beſchreibung des beſtändigen Elektrici- tätsträgers. Regensb. 1776. 4. Fernere Verſuche mit dem beſtändigen Elektricitätsträger. Regensb. 1777. 4.

zum Schwingen u. ſ. w. Alle dieſe Verſuche gelängen aber nicht Jedermann, ihm aber allezeit, auch denen, welche er berühre u. ſ. f. Sie haben ſich indeſſen nicht beſtätigt, und ſind daher nicht geſchickt, allgemein geltende Folgen daraus zu ziehen.

Noch weit merkwürdiger wurde der Elektrophor durch die ſehr merkwürdigen und unterhaltenden Verſuche des Hrn. Hofr. Lichtenberg's [c]) in Göttingen. Dieſer entdeckte nämlich, daß man auf dem Kuchen des Elektrophors allerhand beſondere Figuren hervorzubringen im Stande iſt, welchen man den Namen Lichtenbergiſche Figuren gegeben hat. Man erregt nämlich zuerſt die urſprüngliche Elektricität eines Elektrophors entweder durch Reiben, oder auf eine andere Art. Hiernächſt ſetzt man ein Stück Metall von beliebiger Geſtalt, z. B. einen dreyſchenklichten Zirkel, ein Stück meſſingene Röhre, oder ſo etwas ähnliches auf den Elektrophor, und läßt auf dieſes Stück einen Funken ſchlagen, deſſen Elektricität der Elektricität des Kuchens entgegengeſetzt iſt. Wenn dieß geſchehen iſt, ſo nimmt man das Stück Metall mittelſt einer Stange Siegellack, oder eines andern elektriſchen Körpers wieder weg, und ſtäubt etwas Harzſtaub durch ein linnenes Tuch auf den Elektrophor. Hier wird man nun bemerken, daß der Staub um die Stellen herum, welche das Stück Metall berührt hat, fallen, und ſtrahlige Figuren bilden wird, ohngefähr wie man die Sterne zu zeichnen pflegt. Auf dem größten

c) De nova methodo, naturam ac motum fluidi electrici inveſtigandi in nov. commentar. ſocietat. Goetting. T. VIII. ad an. 1777. und in den commentar. ſocietat. Goetting. claſſ. mathem. T. I. ad an. 1778.

ten Theile des Kuchens wird man, außer jenen Sternen, kaum etwas Staub antreffen. Dieſe beſchriebenen Figuren kommen zum Vorſchein, wenn der Kuchen negativ, der Funken aber, den man auf das darauf geſetzte Metall ſchlagen läßt, poſitiv elektriſch iſt. Iſt hingegen der Kuchen poſitiv und der Funken negativ, ſo wird der Harzſtaub auf diejenigen Stellen des Kuchens fallen, welche in jenem Falle unbedeckt blieben, und die Sterne rein laſſen; kurz es wird ſich von dem, was in dem vorigen Falle geſchah, gerade das Gegentheil zeigen.

Wenn man eine nicht leitende Platte auf eine mit dem Boden verbundene leitende Fläche bringt, frey mit dem Knopfe einer geladenen Flaſche darüber ſtreicht, und ſie hernach bepudert, ſo ſieht man ſtatt eines ſimpeln Zuges eine Figur, wie einen jungen Zweig vom Lerchenbaume, eine Reihe regelmäßiger Büſche, welche vom Zuge ausgehen. Wenn die Flaſche negativ geladen iſt, ſo ſieht man eine Art von Paternoſter mit weit aus einander ſtehenden Körnern. Je ſchneller man den Knopf der Flaſche bewegt hat, deſto weiter ſtehen die Büſche und Körner von einander. Die Ladung muß jederzeit zu einem gewiſſen Grade kommen, um an die Platte überzugehen.

Lichtenberg hat die Figuren abbilden laſſen, und zugleich den Vorſchlag gethan, weitere Verſuche darüber anzuſtellen. Er ſelbſt ſchloß, daß die Theile der Fläche, an welche ſich der Harzſtaub ſetzt, + E, und diejenigen, welche er unbedeckt läßt, — E hätten.

Auch hat Lichtenberg [d]) eine Einrichtung des Elektrophors angegeben, um beyde Elektricitäten, die poſitive

d) Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſch. B. I. St. 2. S. 42 u. f.

poſitive und die negative, bequem bey einander zu haben, welche er einen doppelten Elektrophor nennt. Es wird nämlich ein Bret von Lindenholz etwa 2 Fuß lang, 1 Fuß breit und 1 Zoll dick genommen, und daſſelbe entweder mit Stanniol oder Goldpapier u. dergl. überzogen, ſo daß auch der äußere Rand belegt iſt. Um dieſes belegte Bret wird ein Rand von dünnem Holzſpan mittelſt metallener Nägel, welche bis in die Belegung hinein gehen, befeſtigt, welche etwa 2½ Linien über das Bretchen hervorragt. Dieß Bret, welches auf dieſe Weiſe die Geſtalt einer Schüſſel hat, wird mit einer Harzcompoſition ausgefüllt. Der Deckel hierzu hat etwa 10 Zoll im Durchmeſſer. Hierauf wird nun die eine Seite mit Katzen- oder Haſenbalg, oder auch mit Flanell gerieben, wodurch ſie negativ elektriſirt wird, wogegen aber der aufgeſetzte und berührte Deckel die poſitive Elektricität erhält. Auf die andere Seite wird nun ein meſſingener Ring geſtellt, welcher etwa 1 Zoll im Durchmeſſer und dieſelbe Höhe hat; auf dieſen wird der auf der Stelle geweſene und berührte Deckel gebracht, wodurch die Stelle des Harzkuchens, welche der Ring berührt, poſitive Elektricität erhält. Nach dieſer Verrichtung wird der Ring mittelſt eines Nichtleiters, z. B. einer Stange Siegellack, einer Glasſäule, eines Federkiels u. ſ. f. ein wenig aus ſeiner vorigen Lage verſchoben, ſo daß derſelbe etwa nach acht Verrichtungen über den ganzen Raum dieſer Seite gekommen iſt, worauf er ganz abgenommen wird. Dadurch iſt nun dieſe Seite poſitiv geworden, mithin erlangt der auf derſelben gelegte und berührte Deckel die negative Elektricität. Hieraus ſieht man alſo, daß beyde Elektricitäten ſich nun neben einander befinden, und auf bequeme Art benutzt werden können. Mit der

negativen Elektricität des Deckels kann die andere Seite des Elektrophors noch ſtärker negativ gemacht werden, wenn man den meſſingenen Ring auf dieſelbe ſtellt, und mit dem von der andern Seite aufgehobenen Deckel einen Funken daraus zieht. Auf eben dieſe Art kann auch die poſitive Seite des Elektrophors noch ſtärker poſitiv gemacht werden. Hieraus erhellet, daß auf ſolche wechſelſeitige Art beyde Stellen des Elektrophors einen beträchtlichen Grad von Elektricität erlangen können.

Eine andere Theorie der Elektricität hat der berühmte de Lüc aufgeſtellt, und daraus ſowohl die Erſcheinungen des Elektrophors, als auch die lichtenbergiſchen Figuren zu erklären geſucht [c]). Er nimmt nämlich nur ein einziges elektriſches Fluidum an, welches eine ſehr große Aehnlichkeit mit dem Waſſerdampfe habe. Das Weſentlichſte dieſer Theorie beſteht in Folgendem:

1. So wie die Waſſerdünſte aus einem fortleitenden Fluidum (Feuer) und einer bloß ſchweren Subſtanz (Waſſer) zuſammengeſetzt ſind, ſo beſteht auch das elektriſche Fluidum aus einem fortleitenden Fluidum, welches de Lüc das elektriſche fortleitende Fluidum nennt, und einer bloß ſchweren Materie, welches die elektriſche Materie iſt.

2. So wie ſich die Waſſerdünſte zum Theil zerſetzen, wenn ſie eine zu große Dichtigkeit erlangen, und ſodann ihr fortleitendes Fluidum frey wird, eben ſo zerſetzt ſich zum Theil das elektriſche Fluidum, wenn es eine zu große Dichtigkeit erhält, und es zeigt ſich ſein fortleitendes Fluidum. Auf dieſe Eigenſchaft grün-

c) Neue Ideen über die Meteorologie. Th. I. §. 265 f.

gründet ſich die Erſcheinung des elektriſchen Lichts, welches als ein Beſtandtheil des frey werdenden fortleitenden Fluidums bey den Zerſetzungen eben ſo hervorgeht, wie beym Verbrennen das Feuer.

3. So wie das Feuer, das fortleitende Fluidum der Waſſerdämpfe, das Waſſer, womit es in den Dünſten vereinigt iſt, verläßt, ſobald ein weniger warmer Körper, als dieſe ſind, ſich ihnen nähert; eben ſo, aber weit ſchneller, verläßt das fortleitende elektriſche Fluidum, welches ein Körper beſitzt, zum Theil die elektriſche Materie, womit es verbunden iſt, und verbindet ſich nach gewiſſen Geſetzen mit einem Körper, welcher verhältnißmäßig weniger davon hat.

4. So wie das Feuer der Waſſerdünſte alle Körper durchdringt, um das Gleichgewicht der Temperatur wieder herzuſtellen, und das Waſſer auf die Oberfläche der Körper abſetzt, eben ſo, aber weit ſchneller, durchdringt das fortleitende elektriſche Fluidum alle Körper, um ſein Gleichgewicht wieder herzuſtellen, und ſetzt ebenfalls die elektriſche Materie auf den Körper, welchen es durchdrungen hat, ab; jedoch nach der Natur der Subſtanzen.

5. So wie das Feuer und Waſſer, welche die Waſſerdünſte ausmachen, wenn ſie gleich in dieſem Zuſtande ihre Eigenſchaften nicht zu erkennen geben, dennoch ihre Verwandtſchaften und ihren Hang zu hygroſkopiſchen Subſtanzen, worauf ſich die ganze Hygrometrie gründet, behalten, eben ſo behalten die Beſtandtheile des elektriſchen Fluidums, ungeachtet ihrer Verbindung, ihren Hang und ihre Verwandtſchaften zu andern Subſtanzen, woraus die meiſten elektriſchen Phänomene entſpringen.

6. Die elektriſche Materie beſonders behält ihre eigenthümlichen Verwandtſchaften in ihrem Fluidum, ſo wie das Waſſer die ſeinigen in den Dünſten; dieſe beyden Subſtanzen haben aber noch eine andere ſehr merkwürdige Aehnlichkeit. So wie die Verwandtſchaften des Waſſers, welche die hygroſkopiſchen Phänomene hervorbringen, ſich ohne Wahl äußern; eben ſo äußern ſich die Verwandtſchaften der elektriſchen Materie mit andern Subſtanzen auch ohne Wahl.

7. Wenn gleich das Feuer der Waſſerdämpfe das Waſſer verläßt, um das Gleichgewicht der Temperatur wieder herzuſtellen, ſo bleibt doch etwas in dem Orte, wo das meiſte dieſer Dünſte iſt; aber ein Theil des Fluidums wird latent, d. h. es äußert ſeine beſondern Eigenſchaften nicht mehr. Eben ſo, wenn das Gleichgewicht des fortleitenden elektriſchen Fluidums in den benachbarten Körpern wieder hergeſtellt iſt, enthalten diejenigen, welche verhältnißmäßig mehr elektriſche Materie haben, das meiſte von dieſem fortleitenden Fluidum, aber dieſer Ueberſchuß iſt gleichfalls in dem elektriſchen Fluidum verborgen.

8. So wie endlich die ausdehnende Kraft zweyer Maſſen von Waſſerdämpfen im Gleichgewicht ſeyn kann, obgleich die eine weniger Waſſer, als die andere, verhältnißmäßig mit ihrem Volumen, enthält, wenn die Vorausſetzung angenommen wird, daß ſie zu gleicher Zeit mehr Feuer beſitzt; eben ſo kann die ausdehnende Kraft zweyer Maſſen vom elektriſchen Fluidum im Gleichgewicht ſeyn, obgleich die eine eine geringere verhältnißmäßige Menge elektriſcher Materie beſitzt, wenn nur zu gleicher Zeit die Menge ihres fortleitenden Fluidums größer iſt.

Dieß

Dieß ſind die Aehnlichkeiten zwiſchen dem elektriſchen Fluidum und den Waſſerdünſten, welche de Lüc angegeben hat. Lampadius[f]) hat zu dieſen Aehnlichkeiten noch ein Paar andere hinzugeſetzt.

9. Die Waſſerdämpfe haben im luftleeren oder im verdünnten Raume eine freyere Wirkungskraft, und erzeugen ſich daſelbſt in größerer Menge, als unter dem Drucke der Atmoſphäre. Eben ſo wirkt das elektriſche Fluidum im leeren Raume ſtärker, als in der freyen Luft. Unter andern ſieht man dieß an den Lichtenbergiſchen Figuren, welche im luftleeren Raume viel größer und ausgedehnter entſtehen.

10. Obgleich das elektriſche Fluidum im luftleeren Raume keinen Widerſtand antrifft, ſo zeigt es doch darin ſein Licht vorzüglich ſtark, und dieß iſt nach de Lüc's Syſtem ein Beweis, daß es ſich daſelbſt zerſetze.

Die vorzüglichſten Unterſchiede hingegen zwiſchen den Waſſerdämpfen und dem elektriſchen Fluidum ſind nach de Lüc folgende:

1. Wenn das Feuer das Waſſer in den Waſſerdünſten verläßt, um das Gleichgewicht der Temperatur wieder herzuſtellen, ſo wird es nicht von andern Subſtanzen angezogen, ſondern es dehnt ſich bloß ſo lange aus, bis es im Gleichgewichte iſt. Wenn aber das fortleitende elektriſche Fluidum die elektriſche Materie verläßt, um das elektriſche Gleichgewicht wieder herzuſtellen, ſo wird es vermöge der Anziehung nach allen Subſtanzen hin bewegt, und zwar in dem Augenblicke, da eine

f) Verſuche und Beobachtungen über die Elektricität und Wärme der Atmoſphäre. Berl. u. Stett. 1793. 8. Kap. 2. §. 20 f.

eine benachbarte Subſtanz verhältnißmäßig weniger davon beſitzt.

2. Das Waſſer in den Dämpfen äußert ſeine Verwandtſchaft ohne Wahl nur gegen die hygroſkopiſchen Subſtanzen; da im Gegentheil die elektriſche Materie die Verwandtſchaft gegen alle Subſtanzen, ſelbſt gegen die Dünſte und gröbern Flüſſigkeiten, äußert.

3. Ferner äußert ſich die Verwandtſchaft des Waſſers mit den hygroſkopiſchen Subſtanzen nur in der Berührung. Der Hang der elektriſchen Materie aber zu allen Körpern äußert ſich auch ſchon in Entfernungen, welche nach der verſchiedenen Beſchaffenheit der Subſtanzen auch verſchieden iſt.

De Lüc erklärt nun nach dieſer ſeiner Theorie die Erſcheinungen des Elektrophors auf folgende Art: eine geriebene Harzfläche verliert dadurch elektriſches Fluidum, weil der reibende Körper ſich leichter des durchs Reiben in Bewegung geſetzten Fluidums bemächtigt, und weil der kleinere Ueberſchuß, welchen er empfängt, durch die Hand des Experimentators in den Boden überſtrömt. Durch dieſen Verluſt geht auch fortleitendes Fluidum verloren, welches aber aus der entgegengeſetzten Fläche ſogleich erſetzt wird. Hierdurch wird nun aber der Widerſtand des elektriſchen Fluidums der letztern Fläche gegen das elektriſche Fluidum des Bodens weit geringer, und iſt daher in Stand geſetzt, mehr elektriſches Fluidum aus dem Boden anzunehmen, welches ſich an ihr deſto mehr verdichtet, je länger ihr durch fortgeſetztes Reiben an der Oberfläche fortleitendes Fluidum entzogen wird. Die Grenze dieſer entgegengeſetzten Veränderungen liegt in dem Widerſtande der geriebenen Fläche, über eine gewiſſe

wiſſe Menge fortleitendes Fluidum dem reibenden Körper abzutreten, und die Dauer derſelben rührt daher, weil ſelbſt nach aufgehörtem Reiben dieſe Fläche ſehr ſchwer das elektriſche Fluidum wieder annimmt. Denn das elektriſche Fluidum, welches ſich auf der entgegengeſetzten Fläche des Harzkuchens angehäuft hat, theilt jener ſein fortleitendes Fluidum mit, und bringt dem elektriſchen Fluidum, welches ihr noch übrig bleibt, eine Vermehrung der ausgedehnten Kraft mit, welcher Umſtand nicht nur während des Reibens dazu beyträgt, daß ſie elektriſches Fluidum verliert, ſondern auch hinwiederum vermittelt, daß die entgegengeſetzte Fläche, ob ſie gleich mit dem Boden in Verbindung ſteht, das elektriſche Fluidum, welches ſie erhalten hat, nicht verlieren kann. So wird alſo ſelbſt die Urſache dieſer entgegengeſetzten Modifikationen zweyer Oberflächen einer nicht leitenden Platte die Urſache ihrer Dauer, obgleich dieſe Oberfläche mit Leitern verbunden iſt.

Hieraus ſieht man, warum die nicht leitende Schicht eines Elektrophors ſo dünn als möglich ſeyn muß, und warum ſelbſt, wenn ſie eine große Dicke hat, das Reiben auf der Oberfläche faſt gar keine Wirkung hervorbringt. Denn weil die erſte kleine Wirkung, welche man durchs Reiben hervorgebracht hat, ſich nicht auf der entgegengeſetzten Fläche wegen ihrer Entfernung verſpüren läßt, ſo folgt auch keine andere, und ſie ſelbſt wird bald durch Berührung mit Leitern zerſtört. Je dünner folglich die nicht leitende Schicht iſt, deſto mehr erlangt und behält der Elektrophor ſeine Kraft. De Lüc machte daher eine nicht leitende Platte von gutem Siegellack, welche im Durchmeſſer 1 Fuß hatte, die Dicke aber nur die

eines Kartenblatts betrug, deren elektrophoriſche Wirkungen er ſehr groß fand.

Der elektriſche Zuſtand, worin man eine nicht leitende Platte verſetzt hat, indem man die eine ihrer Oberflächen reibt, während die andere auf einer leitenden Subſtanz ruht, welche mit dem Boden in Verbindung ſteht, iſt eben derſelbe, worin ſie verbleibt, wenn man ſie wie die Kleiſtiſche Platte geladen und dann entladen hat. Durch das Laden häuft man eine gewiſſe Menge elektriſcher Materie auf die eine Seite, und entzieht der andern faſt eine gleiche Menge dieſer Materie. Beym Entladen gibt die Fläche, welche den Ueberſchuß hat, nicht alles der Belegung wieder, weil die entgegengeſetzte Fläche einen Theil fortleitendes Fluidum beſitzt, welches das neue elektriſche Fluidum gleichſam mitgebracht hatte; und umgekehrt, dieſer Antheil an fortleitendem Fluidum, welchen die Fläche beſitzt, wo das elektriſche Fluidum vermindert iſt, verhindert den völligen Zutritt dieſes Fluidums.

Wenn man auf die beyden Seiten der nicht leitenden Platte mit Elektrometern verſehene Belegungen anbringt, ſo wird man bey ihnen eine ſchwache Bewegung verſpüren. Zuweilen bewegen ſie ſich beyde, ein anderes mal nur eine, und das bald auf der poſitiven, bald auf der negativen Seite. Iſt ſie hingegen gerieben worden, ſo wird die elektrometriſche Bewegung auf der poſitiven Seite ſeyn, wenn die Platte von Glas, und auf der negativen, wenn ſie aus einer harzigen Subſtanz iſt. Wenn ſich beyde Elektrometer bewegen, ſo geſchieht dieß bey dem einen aus der Urſache, weil diejenige Seite des Elektrophors, welche mit ſeiner Belegung verbunden iſt, dieſer letztern etwas fortleitendes Fluidum verſchafft, und dadurch

durch ihre ausdehnende Kraft vermehrt, und bey dem Elektrometer auf der andern Belegung erfolgt es aus der entgegengeſetzten Urſache.

Die beyden Elektrometer mögen nun durch ihre Bewegung Veränderungen in dem Grade der ausdehnenden Kraft des ihren Belegungen zugehörigen elektriſchen Fluidums anzeigen, oder ſich um eins bewegen, ſo zeigt, ſobald man die eine oder andere Belegung in Verbindung mit dem Boden bringt, ihr Elektrometer nur den Zuſtand des Bodens, und alle elektrometriſche Bewegung hat auf der entgegengeſetzten Seite ſtatt; wenn man hernach die Belegung auf dieſer Seite berührt, ſo geht die elektrometriſche Bewegung auf die andere. Wenn man ſie auf dieſe Art wechſelsweiſe von einer Seite zur andern bringt, ſo ſieht man ſie allmählig bis auf einen gewiſſen Punkt abnehmen. Sind die Elektrometer empfindlich genug, um den kleinſten Grad des Unterſchieds in der ausdehnenden Kraft des elektriſchen Fluidums zwiſchen den Belegungen und dem Boden anzuzeigen, ſo dauert dieſe Operation ſehr lange, und wenn dieſe Abwechſelungen nicht geſchwind erfolgen, ſo bringt man nur von einer Seite zur andern eine kleine Bewegung hervor, welche nicht mehr abnimmt. Man kann aber jedes elektrometriſche Zeichen in dem Apparate aufhören machen, wenn man die beyden Belegungen auf einmal berührt. Man nehme z. B. den Fall an, daß ſich beym Anfange der Operation beyde Elektrometer bewegen; wird nun die erſte von dieſen Belegungen berührt, ſo verliert ſich etwas von ihrem elektriſchen Fluidum, welches in den Boden übergeht, und ihr Elektrometer kömmt zur Ruhe, welches ein Zeichen des Gleichgewichts mit dem Boden iſt. Wenn nun auf dieſe Weiſe der Ueberſchuß an

fortlei-

fortleitendem Fluidum von dieſer poſitiven Seite des Elektrophors genommen iſt, ſo erſetzt er nicht mehr den Mangel, welcher ſich auf der negativen Seite befindet, und die Veränderung der ausdehnenden Kraft, welche daraus in dem elektriſchen Fluidum der Belegung auf dieſer letztern Seite entſpringt, wird ſogleich durch eine vermehrte Bewegung ihres Elektrometers angezeigt. Wenn man alsdann dieſe Belegung berührt, ſo nimmt ſie zuerſt von dem Boden eine gewiſſe Menge von elektriſchem Fluidum an, und das Gleichgewicht ſtellt ſich wieder her. Hierauf raubt alſo dieſe Seite des Elektrophors kein fortleitendes Fluidum mehr von der andern Seite, und das elektriſche Fluidum auf dieſer andern iſt zwar ſchon viel dünner als das in dem Boden, überwiegt daſſelbe aber von neuem an ausdehnender Kraft, welches das Elektrometer ſogleich anzeigt. In dieſem Zuſtande wird eine zweyte Berührung der Belegung auf der poſitiven Seite ihr eine zweyte Menge vom elektriſchen Fluidum nehmen, welches aufs neue die ausdehnende Kraft des elektriſchen Fluidums auf der negativen Seite vermindern wird. Durch dieſe abwechſelnden Operationen wird immer mehr der Verluſt des elektriſchen Fluidums in der Belegung der poſitiven Seite der nicht leitenden Platte, und eben ſo der Gewinn auf der entgegengeſetzten Belegung vermehrt. Nach und nach werden aber dieſe Wirkungen kleiner, und durch das gleichzeitige Berühren beyder Flächen werden ſie ganz verſchwinden. Die Urſache dieſer Abnahme iſt folgende: Wenn die Belegung auf der poſitiven Seite des Elektrophors zuerſt eine Menge vom elektriſchen Fluidum durch den Boden verloren hat; ſo läßt ſich der Verluſt, welchen ſie auf dieſe Weiſe an ihrem Ueberſchuß von fortleitendem Fluidum erlitten hat, nicht gänzlich in der entgegengeſetzten Belegung

gung verſpüren, d. h. er vermehrt nicht verhältnißmäßig den Mangel an fortleitendem Fluidum auf der andern Seite wegen ihres Abſtandes. Eben ſo auch, wenn der Mangel an fortleitendem Fluidum, welcher gleichwohl dadurch in der Belegung dieſer negativen Seite des Elektrophors zugenommen hat, ſich durch neues elektriſches Fluidum, welches aus dem Boden kommt, erſetzt, ſo bleibt dieß neue fortleitende Fluidum an Menge etwas größer auf der Seite, welche es annimmt. Daher nähert ſich jede Belegung, welche nach und nach ins Gleichgewicht mit dem Boden geſetzt iſt, immer mehr einem beſtändigen Gleichgewichte mit ihm in den gegenſeitig abnehmenden Modiſikationen der andern Belegung, welches dieſen ſucceſſiven Wirkungen Grenzen ſetzt. Aus eben dieſer Urſache hat die ganze Wirkung eines gleichzeitigen Berührens Grenzen, indem bey demſelben die hervorgebrachte Wirkung als eine ſchnelle Aufeinanderfolge der beſchriebenen abwechſelnden Wirkungen anzuſehen iſt. Dieſe Folge bemerkt man durchs Gehör und Geſicht, wenn man zum Elektrophor eine kürzlich entladene Kleiſtiſche Platte gebraucht, deren Wirkungen gewöhnlich die, welche das bloße Reiben einer Seite hervorbringt, übertreffen. Wenn man nun gleichzeitig die beyden Belegungen eines ſolchen Elektrophors berührt, ſo hört man ein ziemlich lebhaftes Kniſtern, und wenn es dunkel iſt, ſieht man zwiſchen jeder Belegung und der nicht leitenden Platte ein flatterndes Licht, welches von dem Zuſtrömen des fortleitenden Fluidums von der Belegung, welche ſich ladet, zu der, welche ſich entladet, herrührt; dieſes Zuſtrömen geſchieht unmittelbar durch die nicht leitende Platte zwiſchen den Punkten der beyden Belegungen, wo das Gleichgewicht am ſtärkſten unterbrochen iſt.

Was

Was die lichtenbergiſchen Figuren betrifft, ſo hat de Lüc viele Verſuche auf verſchiedene abgeänderte Arten angeſtellt, um daraus zu ſehen, welchen Abänderungen dieſe Figuren unterworfen wären. Die Platten, welche er dazu gebrauchte, waren ſehr dünne Glasplatten mit ſchwarzem Siegellack überzogen, welches auf ſie geſiebt und geſchmolzen wird. Die meiſten Platten, welche er gebrauchte, waren mit dieſem Lack auf beyden Seiten bedeckt; andere nur auf einer Seite, und noch andere waren zwar auf beyden Seiten bedeckt, hatten aber leere Stellen, den bedeckten gegen über. Die leeren Stellen ſind zu den Verſuchen mit dem Glaſe ſelbſt beſtimmt, und das Siegellack auf der entgegengeſetzten Seite dient nur, den Figuren einen ſchwarzen Grund zu geben. Dieſe Platten kann man ſehr lange gebrauchen, und wenn man die Verſuche wiederholen oder abändern will, ſo braucht man nur das Lack am Feuer zu erweichen, um die vorigen Figuren ganz wegzubringen. Dieſe Glasplatten werden in horizontaler Lage von zwey überfirnißten Glasarten getragen, welche auf einem iſolirenden Fuße ſtehen. Ueber dieſem Fuße erhebt ſich ein Stab, auf welchem ſich ein anderer gläſerner Arm herumdreht, deſſen Ende einen leitenden Körper trägt, wodurch die nicht leitende Platte elektriſirt wird; dieſer Arm kann auch verlängert und verkürzt werden, durch welche Vorrichtung man den leitenden Körper, zu welchem Theile der Platte man will, bringen kann. Ein anderer iſolirender Fuß trägt einen gleichen leitenden Körper an dem Ende eines andern ähnlichen Arms, welchen man von unten an jede Stelle der Glasplatte bringen kann, ſo daß der eine leitende Körper dem andern gegen über ſteht. Ein dritter, aber leitender Fuß endlich, trägt einen beweglichen Arm, wodurch eine leitende

tende Verbindung an der untern Seite mit dem Boden veranſtaltet werden kann. Die beyden leitenden Körper können übrigens mancherley Geſtalten haben, wenn ſie nur von hinlänglicher Höhe ſind, damit der Knopf einer leidner Flaſche, wodurch man ſie elektriſirt, der Platte nicht zu nahe komme. De Lüc hat ſie etwa von 1½ Zoll gebraucht. Was ihre Baſis betrifft, womit ſie auf der nicht leitenden Baſis ruhen, ſo kommt es in Abſicht der Wirkungen, die ſie bey den Verſuchen zeigen, auf ihre verſchiedene Form an. De Lüc gebrauchte vorzüglich folgende: 1. bloße Spitzen, welche an dem einen Ende eine Kugel hatten, um den Funken zu erregen; 2. bloße gerade Platten, welche oben gleichfalls eine Kugel beſaßen; 3. gerade, einander parallele Platten, in geringer Entfernung; 4. zirkelförmige Platten, und 5. Körper mit flacher Baſis. Mit dieſen 5 verſchiedenen Formen von paarweiſe leitenden Körpern hat De Lüc die Verſuche verſchiedentlich abgeändert. Die ſchönſten Figuren, welche die poſitive Elektriſirung hervorbringt, erhält man, wenn der leitende Körper eine Röhre von 1 Zoll Durchmeſſer zur Baſis hat.

Dieſe Paare von leitenden Körpern ſind als bewegliche Belegungen einer Kleiſtiſchen Platte zu betrachten, und laden und entladen die nicht leitende Platte. De Lüc theilt zuerſt acht Abwechſelungen in den Verſuchen mit, welche er mit den fünf Körpern anſtellte, und fand beyder charakteriſtiſche Verſchiedenheiten in den ſowohl poſitiven als negativen Figuren. Bey fünf verſchiedenen Leitern kann man alſo 80 verſchiedene Figuren erhalten, bey welchen es zuweilen zufällige Unterſchiede gibt, welche vorzüglich von größerer oder geringerer Genauigkeit in Berüh-

rung der Körper mit der Platte oder in ihrer Entgegenſtellung herrühren. Damit man aber dieſe zufälligen Unterſchiede mit den charakteriſtiſchen nicht verwechſele, ſo iſt es anzurathen, größere Platten von etwa 6 Zoll im Quadrat zu wählen, um ein und die nämliche Operation an verſchiedenen Stellen zu wiederholen, und ſo die daher entſtandenen Figuren mit einander zu vergleichen. Man kann auch dieſe Verſuche noch auf zwey Arten abändern, indem man den obern Theil der Platte ſogleich pudert, nachdem man den Funken gegeben hat, oder indem man die Platte noch vor dem Funkengeben pudert. Obgleich de Lüc alle dieſe verſchiedenen Abwechſelungen und noch mehrere bey ſeinen Verſuchen durchgegangen iſt, um gewiſſe Charaktere der Figuren zu entwickeln, ſo hat er ſie doch bey weitem noch nicht alle begreiſen können.

Lichtenberg's Vermuthung, daß die Theile der nicht leitenden Oberfläche, wo ſich der Harzſtaub anſetzt, poſitiv, und die, welche er unbedeckt läßt, negativ ſeyen, wurde von Cavallo dadurch zu einer größern Gewißheit gebracht, indem er bewies, daß der Harzſtaub durch das Reiben, welches er beym Durchgehen durch die Leinwand erleidet, negativ wird, und de Lüc hat hiervon bey ſeinen Verſuchen einen indirekten Beweis gefunden. Als er nämlich zu lockere Leinwand gebrauchte, wobey der Harzſtaub weniger Reibung erlitt, waren die Figuren weit regelloſer; ſie wurden aber ſehr ſchön, wenn man ſtark ſchütteln mußte, um den Staub durchzutreiben. Dieſe Erſcheinungen aber zeigen nicht einzig den Zuſtand der bepuderten Oberfläche an, weil der Funken ſie nicht allein modificirt hat, und die beyden Flächen der Platte einander ſo nahe ſind, daß ſie immer gemeinſchaftlich auf den Staub wirken,

daher

daher ſeine Lage durch beyde Zuſtände beſtimmt wird. Der Staub ſetzt ſich alſo nicht auf die Theile der nicht leitenden Oberfläche, welche die meiſte elektriſche Materie beſitzen, im größten Ueberfluſſe an, ſondern auf die, wo die Anhäufung davon am wenigſten durch eine Beraubung der entgegengeſetzten Seite aufgehoben wird. Um hierbey gewiß zu gehen, bereitete ſich de Lüc eine Platte von ſchwarzem Siegellack, welche groß genug war, um als Kleiſtiſche Platte zu dienen; nachdem er ſie nun geladen hatte, ſo bepuderte er ſie von beyden Seiten. Die von den Belegungen bedeckten Theile zeigten nur ein verwirrtes Gewölk, mit kleinen Sternen auf der poſitiven Seite und kleinen Flecken wie Perlen auf der negativen durchſtreut. Eben dieſelben Gewölke mit bloßen zufälligen Veränderungen in ihrer Form äußerten ſich, wenn er nach der Entladung puderte, und es fanden ſich nur einige kleine Sterne auf der negativen Seite und einige Perlen auf der poſitiven. Eben dieſelben Erſcheinungen nun hat er in den Theilen der Figuren bemerkt, welche der leitende Körper wirklich berührt hatte, ob ſie gleich nur einen kleinen Raum einnahmen.

Der erſte allgemeine Charakter bey dieſen Figuren beſteht in negativen, mit poſitiven eingefaßten Streifen, welche mehr oder weniger zahlreich ſind nach der Gattung der Figuren, und welche den Umriſſen der Stellen, die die Körper auf der Platte eingenommen haben, folgen. Wenn man bloß den Knopf einer Flaſche gegen die Platte hält, und ſie, nachdem er zurückgezogen iſt, pudert, ſo hat man nur einen ſchwärzlichen, und folglich negativen Flecken, welcher mit einem poſitiven Gewölk umfaßt iſt. Wenn aber die beyden leitenden Körper auf die Platte geſetzt werden, und man den

Knopf dem obern leitenden Körper, ohne einen Funken zu geben, genähert hat, ſo findet man den ſchwarzen Grund ſchon durchſchnitten.

Nach de Lüc's Syſtem iſt die Erklärung hiervon folgende: wenn der Knopf der Flaſche dem leitenden Körper genähert wird, ſo erhält das elektriſche Fluidum des letztern mehr ausdehnende Kraft, verbreitet ſich in Strahlen über die Platte, und bildet eine kleine poſitive Einfaſſung um die Baſis des leitenden Körpers. Dieſes Fluidum vermehrt dadurch den negativen Zuſtand der Platte um ſich herum, und bildet eine erſte Zone, welche mehr negativ als der Grund iſt; um dieſe herum häuft ſich wieder ein Theil der elektriſchen Materie an, welche auf der Platte hingeſchlüpft iſt, und bildet eine zweyte poſitive Einfaſſung u. ſ. f. Die elektriſche Materie, welche die Einfaſſung auf der obern Fläche bildet, wirkt auf den Staub der andern Seite der Platte, und bringt hier ähnliche Einfaſſungen in umgekehrter Ordnung hervor. In dem Maße, wie ſich der Knopf nähert, bilden ſich neue Durchſchnitte auf dem erſten negativen Grunde. Der darauf ausfahrende Funken veranlaßt neue Schnitte, und endlich bringen die verſchiedenen Methoden, die leitenden Körper wegzunehmen, eine neue Ordnung von Schnitten hervor, welche gewiſſe auszeichnende Charaktere führt.

Die Charaktere, welche die poſitiven Figuren von den negativen unterſcheiden, beſtehen vorzüglich darin, daß die letztern in den meiſten Fällen nur von dem Verrücken der eigenen elektriſchen Materie der Platte herrühren, welches in concentriſchen Zonen geſchieht; ſtatt daß die poſitiven Figuren das Gepräge von neuem zu der Platte gekommenen Fluidum an ſich

tragen,

tragen, und ausſchießende Strahlen darſtellen, welche den poſitiven Figuren ihre Schönheit und den unterſcheidenden Charakter geben.

Aus den leitenden Körpern fahren auch Strahlen auf eine gewiſſe Höhe aus, welche die Platte in einiger Entfernung zu berühren anfangen, und ſich von da in Strahlen, wie man die Strahlen abzubilden pflegt, ausbreiten. Da, wo ſie die Einfaſſung ſtreifen, ohne ſie zu berühren, iſt ihr Durchgang durch ſchwarze Striche auf der Einfaſſung angezeigt, weil das fortleitende Fluidum dieſer Strahlen die unter ihnen befindliche elektriſche Materie verrückt; wenn ſie aber die Einfaſſung berühren, ſo machen ſie ſie dichter. Jenſeits der Einfaſſung geſchieht der größte Niederfall dieſer Strahlen, und ſie dehnen ſich hier in Gruppen aus, indem ſie ſich auf die ſchönſte Weiſe in Aeſte theilen. Dieſe langen Strahlen ſind oft durchſchnitten, man nimmt aber ihren Zug auf der Platte wahr; denn überall, wo ſie dieſelbe nicht berührt haben, verrücken ſie die elektriſche Materie unter ihnen; daher ſind die Striche, welche ihren Gang bezeichnen, abwechſelnd ſchwarz und weiß. Alſo bilden dieſe Strahlen gleichſam Sprünge auf der Platte, welche ſich oft ſehr weit erſtrecken. Die Fäden dieſer Strahlen, welche noch elektriſche Materie jenſeits der Grenzen der gewöhnlichen Figur abſetzen, ſind meiſtens gabelförmig, und theilen ſich in dem Punkte des Niederfallens in zwey oder drey kleine Aeſte. Alle die weißen Züge ſind mit Schwarz eingefaßt, und alle ſchwarzen Züge mit Weiß. Dieſes zeigt neues Verrücken der elektriſchen Materie auf dem urſprünglichen negativen Grunde an. Dieß auf der Oberfläche der Platte zerſtreuete elektriſche Fluidum verurſacht auch

 neues

neues Vorrücken der elektriſchen Materie auf der entgegengeſetzten Fläche, woraus neue ſchwarze mit neuem Gewölk eingefaßte Felder entſtehen, welches von der poſitiven Einwirkung der obern Strahlenmaſſen durch die Platte hindurch herrührt. Sind die leitenden Körper zirkelförmige oder parallele Platten, ſo werden die Strahlen, welche aus einer Seite in die andere gehen, ſich auf ihrem Wege krümmen, zertheilen, und an ihren Enden verdicken, woraus blätterige Ramifikationen entſtehen.

Wenn nach dem Funken der obere leitende Körper an ſeinem Glasarme weggenommen wird, ſo leiden die Figuren faſt gar keine Veränderung; wenn aber der leitende Körper noch vor dem Wegnehmen berührt wird, ſo wird der mittlere Raum der Figuren, ſowohl oben als unten, etwa auf einen halben Zoll von den beyden leitenden Körpern ſehr ſonderbar verändert. Wenn man den obern leitenden Körper berührt, während der untere mit dem Boden in Verbindung iſt, ſo entladet man die Theile der Platte, auf welchen die leitenden Körper unmittelbar liegen. Oben begibt ſich das elektriſche Fluidum aus dieſem Theile der Platte zu dem leitenden Körper, welchen man berührt; unten geht es aus dem Boden in den andern leitenden Körper über. Dadurch bilden ſich zwey verſchiedene Gattungen von figurirten Borten, welche die Mitte zwiſchen den beyden Figuren um die Stellen herum, wo die leitenden Körper waren, einnehmen. Es iſt weißes Laubwerk auf ſchwarzem Grunde, oder ſchwarzes Laubwerk mit weißen Zierathen auf weißem Grunde, und was noch ſonderbarer iſt, ſo haben verſchiedene Theile derſelben Zone beyde Charaktere.

Eben

Eben dieſe Figuren finden bey der Kleiſtiſchen Platte um ihre Belegung herum ſtatt, ſowohl auf der negativen als poſitiven Seite, wenn man ſie bis zum Kniſtern ladet. Freywillige Entladungen laſſen weiße Strahlen zurück, welche ſo gerade und enge als die Zähne eines feinen Kammes unter einem rechten Winkel zu beyden Seiten des Ganges, welchen der Funke nahm, ausfahren, und ein großes negatives Feld, welches durch den Wirkungskreis hervorgebracht iſt, durchſtreichen.

Hieraus ſucht nun de Lüc die vorzüglichſten Sätze ſeiner Theorie ſichtbar darzuthun: die nicht leitenden Subſtanzen halten die elektriſche Materie, welche mit ihnen in Berührung kommt, ſtark an ſich, ſie fixiren ſie ſogar in den Punkten, die ſie berührt, und alle Verrückungen, welche ſie hier durch fremde Urſachen erleidet, ſind dauerhaft; daher rühren die Figuren ſelbſt und ihre Dauer her. Die elektriſche Materie hat nur in großer Nähe ein Beſtreben zu den Nichtleitern, indem ein Strom von elektriſchem Fluidum ſehr nahe an der Platte vorbeyſtreichen, und Unterbrechungen machen kann, ohne ihr anzuhängen. Das fortleitende Fluidum aber neigt ſich zu den nicht leitenden Subſtanzen, wie gegen jede andere Subſtanz, und verdrängt auch hier die elektriſche Materie, welches die poſitiven Einfaſſungen der negativen Theile der Figuren beweiſen, ſo wie alle Umſtände, welche die Bildung dieſer letzten begleiten. Auf die elektriſche Materie allein beziehen ſich die elektriſchen Bewegungen, welches aus dem Beſtreben des negativ gewordenen Harzſtaubes zu allen Theilen der Platte, wo die elektriſche Materie angehäuft worden, zu ſehen iſt. Sobald endlich das elektriſche Fluidum frey iſt, bewegt es ſich in gerader

Linie, welches die ſtrahlige Richtung der äußern Züge der poſitiven Figuren beweiſt.

Glas hat kein ſo ſtarkes Vermögen, die elektriſche Materie an ſich zu halten, wie Siegellack. Wenn die Glasplatten unmittelbar nach der Operation gepudert wurden, ſo waren die Figuren des Lacks und des Glaſes wenig verſchieden; je länger man aber mit dem Pudern ſäumte, deſto unordentlicher wurden ſie auf dem Glaſe, und bildeten am Ende nur verworrenes Gewölk.

Das elektriſche Fluidum ſetzt ſich an nicht leitende Flächen ſtoßweiſe, wie etwa die Luft in eine umgekehrte, mit Waſſer angefüllte Flaſche dringt, und verläßt ſie auch wieder auf eben dieſe Weiſe. Hiervon leitet auch de Lüc das Schwingen der Kugel des Elektrometers während der Ladung der Platte, oder der Leidner Flaſche her.

Auch Cavallo [g]) hat verſchiedene Verſuche mit dem Elektrophor angeſtellt, und beſonders die verſchiedenen Geſtalten der Lichtenbergiſchen Figuren auf die gehörigen Grundſätze zurückzubringen geſucht.

Da man bey dem Elektrophor aus der Metallplatte einen ſtarken Funken erhalten kann, und ſich doch nicht der geringſte aus der elektriſchen Platte ſelbſt ziehen läßt, ſo brachte ihm dieß auf den Einfall, dieſe Metallplatte zu gebrauchen, um dadurch die Elektricität einiger ſehr ſchwach elektriſchen Körper zu unterſuchen, welche man ſonſt entweder gar nicht, oder doch nur ſo ſchwach wahrnimmt, daß man nicht

g) Vollſtändige Abhandlung von der Elektricität. 4te Aufl. Leipz. 1797. B. I. S. 389. B. II. S. 3 f.

nicht im Stande iſt, ihre Beſchaffenheit zu beſtimmen. Er verfertigte ſich daher dergleichen Platten von verſchiedener Größe, von welchen die kleinſte ein gemeiner metallener Knopf war, den er auf eine Stange Siegellack geklebt hatte. Durch dieſelben erhielt er eine ſehr merkliche Elektricität aus den Haaren ſeiner Schenkel, wenn er ſie geſtrichen hatte, ſeines Kopfes, und eines jeden Theils ſeines Körpers, mit dem er den Verſuch anſtellte; auch aus dem Haupthaar faſt jeder andern Perſon.

Auf dieſelbe Art erhielt er aus dem Rücken einer Katze, einem Haſen- und Caninchenfell, einem Stück Flanell oder Papier ſo ſtarke Funken, daß er eine belegte Flaſche damit laden, und mit dieſer ein Loch in ein Kartenblatt ſchlagen konnte.

Als Cavallo die lichtenbergiſchen Figuren zuerſt nachmachte, glaubte er, es laſſe ſich keine hinreichende Urſache angeben, warum der Harzſtaub von den poſitiv, und nicht von den negativ elektriſchen Theilen angezogen werde. Beyde Elektricitäten ſeyen zwar einander entgegengeſetzt, allein beyde zögen nichtelektriſche Körper an. Bey weiterm Nachdenken kam er auf die Vermuthung, daß ſich dieſer Verſuch bloß dadurch erklären laſſe, wenn man annimmt, daß der Harzſtaub durch das Fallen aus dem Tüchelchen negativ elektriſch werde. In dieſem Falle würden ſich jene Erſcheinungen leicht erklären laſſen, aus dem bekannten Grundſatze, daß Körper von entgegengeſetzter Elektricität einander anziehen, und ſich zurückſtoßen, wenn ſie einerley Elektricität beſitzen.

Um ſich nun von der Wahrheit dieſer Vermuthung durch Verſuche zu überzeugen, iſolirte er eine

Meſſingplatte auf einem gläſernen Stativ, und verband ſie mit einem ſehr empfindlichen Elektrometer. Hierauf fing er an, Harzſtaub darauf zu ſtreuen, und nach wenigen Sekunden hatte er das Vergnügen, das Elektrometer mit einem merklichen Grade negativer Elektricität aus einander gehen zu ſehen, gerade, wie er es erwartet hatte. Nun wurde die Erklärung des lichtenbergiſchen Verſuchs ſehr leicht. Denn da der Harzſtaub wirklich elektriſch iſt, ſo kann er nur von den Theilen des Elektrophors, die ſich in einem entgegengeſetzten, d. i. poſitiv elektriſchen Zuſtande befinden, angezogen werden. Man habe bemerkt, daß ſich Harzſtaub zu dieſem Verſuche beſſer ſchicke, als Staub von einer andern Materie. Er finde auch in der That, daß dieſer Staub, wenn er ihn auf die Meſſingplatte ſchütte, ſtärker elektriſch werde, als anderer. Wirklich ſey auch die Elektricität des Harzſtaubes nicht nur, wenn man ihn auf die angezeigte Art auf die Meſſingplatte ſtäube, ſondern auch bloß von einem Stück Papier, Löffel u. dergl. darauf fallen laſſe, ſehr ſtark. Eine halbe Unze von dieſem Staube ſey hinreichend, die Fäden des Elektrometers ſo weit als möglich aus einander gehen zu laſſen.

Zugleich führt Cavallo an, daß dieſe Entdeckung ſelbſt eine Methode an die Hand gebe, die urſprüngliche Elektricität im Staube zu erregen. Dieſe Methode iſt folgende: man iſolirt eine Metallplatte auf einem elektriſchen Stativ, und verbindet ſie mit einem Korkkugelelektrometer; alsdann läßt man den Staub, mit welchem man den Verſuch anſtellen will, aus einem Löffel oder etwas dergleichen von einer Höhe von etwa 6 Zoll nach und nach auf die Platte fallen. Auf dieſe Art zeigt ſich die Elektricität, welche

che der Staub angenommen und der Metallplatte und dem Elektrometer mitgetheilt hat, durch das Auseinandergehen der Fäden, und man kann ihre Beſchaffenheit auf die gewöhnliche Art unterſuchen.

Er bemerkt hier noch, daß man den Staub, wenn er von leitender Beſchaffenheit iſt, z. B. Amalgama von Metallen, Sand u. dergl. mittelſt einer elektriſchen Subſtanz halten müſſe z. B. einer gläſernen Flaſche, einer Siegellacktafel, oder etwas ähnlichem. Bisweilen könne man auch den Löffel, worin man den Staub hält, iſoliren. In dieſem Falle zeige der Löffel nach dem Verſuche die entgegengeſetzte Elektricität von der des Staubes.

Um dieſe Verſuche anzuſtellen, müſſe man Sorge tragen, daß der Staub ſelbſt, nebſt dem Gefäße, worin man ihn hält, ſo trocken als möglich ſey; daher ſey es bisweilen nothwendig, beydes zu erwärmen, wenn der Verſuch gelingen ſoll. Dieſe neue Methode hat ihm folgende ſehr merkwürdige Umſtände bemerken laſſen. Sie ſind zwar weder zahlreich, noch oft von ihm wiederholt worden; allein doch hinreichend, die Neugier derer zu reizen, welche Gelegenheit haben, ſie öfter zu wiederholen.

Harzſtaub, den man von Papier, Glas, oder einem metallenen Löffel herabfallen läßt, macht die Platte ſtark negativ elektriſch, und der Löffel bleibt, wenn er iſolirt iſt, ſtark poſitiv. Schwefelblumen thun das nämliche, nur in einem geringern Grade. Zerſtoßenes Glas, das man von einem Stück trockenes und warmes Papier fallen läßt, elektriſirt die Platte negativ, aber nicht ſo ſtark, als Harzſtaub. Läßt man es aber aus einem metallenen Gefäße auf

die Platte fallen, ſo wird ſie poſitiv, aber in einem ſehr geringen Grade.

Eiſenfeil aus einer gläſernen Flaſche oder Papier geſchüttet, elektriſirt die Platte negativ; Meſſingfeil hingegen bey gleicher Behandlung poſitiv. Das Amalgama von Stanniol und Queckſilber, Schießpulver, oder ſehr feiner Bimſtein elektriſiren die Platte negativ, wenn man ſie aus einer gläſernen Flaſche fallen läßt. Queckſilber aus einer gläſernen Flaſche macht die Platte poſitiv elektriſch.

Glanzruß aus dem Schornſtein oder die Aſche von den gemeinen Steinkohlen, vermiſcht mit klaren halbverbrannten Kohlen, machen, wenn man ſie von einem Stück Papier fallen läßt, die Platte negativ elektriſch.

Um das Pulver bequem auf die Scheibe zu bringen, gibt Cavallo folgendes Verfahren an: man befeſtigt an den Hals einer kleinen Flaſche von elaſtiſchem Harze eine Röhre von Glas, Holz oder Metall, bringt das Pulver, womit man den Verſuch anſtellen will, in die Flaſche, und bindet dann über die Oeffnung der Röhre ein doppeltes Stück Flanell. Hält man nun die ſo zugerichtete Flaſche in der Hand, und drückt ſie, ſo daß man die Hand bald auf- bald zumacht, ſo wird das Pulver ſehr fein umhergeſtreut werden.

Was nun die Natur des Pulvers anlangt, ſo wird jeder Körper, der ſich nur fein genug pulveriſiren läßt, einige Figuren bilden, wenn man ihn auf einen elektriſirten Körper ſtreut. So kann man Kalk, Schwefel, Zinnober, Harz, Drachenblut, arabiſches Gummi, verdunſtete Aufgüſſe von Färbehölzern,

und mehrere andere Körpern entweder allein, oder vermiſcht zu dieſer Abſicht brauchen.

Hiernächſt führt Cavallo folgende Verſuche an:

Man nimmt eine trockene und reine Glastafel, hält ſie bey der einen Ecke mit der Hand, oder legt ſie platt auf den Tiſch, und überfährt ihre Oberfläche mit dem Knopf einer mit poſitiver Elektricität mäßig geladenen Flaſche. Dann hält man die Glastafel in die Höhe, und ſtäubt ein gemiſchtes Pulver von einem Theile Drachenblut und einem Theile arabiſches Gummi darauf. Hierbey trennen ſich beyde Pulver auf der Glastafel: das rothe Pulver vom Drachenblut wird auf gewiſſe Stellen, und das weißliche vom arabiſchen Gummi auf andere fallen; beyde zuſammen werden eine länglichte ſtrahlige Figur bilden, die aus zwey verſchiedenen Farben beſteht, welche in größter Mannigfaltigkeit mit einander abwechſeln.

Wenn man die Oberfläche der Glastafel, ſtatt ſie mit dem Knopfe der Flaſche zu überfahren, nur hie und da damit berührt, und dann das Pulver darauf ſtäubt, ſo werden ſich an den berührten Stellen ſternähnliche Figuren bilden.

Wiederholt man dieſen Verſuch mit der einzigen Abänderung, daß man die Leidner Flaſche negativ ladet, ſo werden ſich ganz andere Figuren zeigen; man wird nämlich nur wenig Strahlen oder Zweige wahrnehmen, das Pulver wird meiſt runde Flecken bilden, und gemeiniglich wird ein aus dem einen Pulver beſtehender centraler Fleck von dem zweyten anders gefärbten Pulver umgeben werden.

Die Pulver hangen nur ſehr locker am Glaſe, ſo daß man ſie nicht anrühren darf; legt man aber auf

die mit Figuren verſehene Seite des Glaſes, ohne es zu reiben, ein Stück Papier, und leimt es rings herum am Rande des Glaſes an, ſo laſſen ſich die Figuren gut aufbehalten.

Stäubt man ſolche Farben, deren man ſich beym Emailliren bedient, auf Glas oder Porzellan, und ſetzt dieſe Subſtanzen nachher in einem Emaillirofen einem gewiſſen Grade der Hitze aus, ſo kann man die Figuren unauslöſchlich machen.

Man nehme ferner ein Stück gewöhnliches Schreibpapier, halte es ans Feuer, daß es ganz trocken und heiß werde, lege es flach auf eine trockene Marmorplatte, oder auf einen ſehr trockenen Tiſch, und überfahre es in dieſer Lage mit dem Knopfe einer mittelmäßig geladenen Leidner Flaſche; dann hebe man das Stück Papier bey der einen Ecke auf, halte es in die Höhe und beſtäube es mit einem Pulvergemiſch von Drachenblut und arabiſchem Gummi. Hier erhält man ſehr ſchöne Figuren, und man kann ihnen verſchiedene Geſtalten geben, z. B. von Buchſtaben, Sternen, Streifen u. ſ. f., wenn man den Knopf der Flaſche nach der erforderlichen Richtung herumführt.

Auch laſſen ſich die Figuren, ſtatt auf Papier, auf Marmor hervorbringen, wenn man ihn, wie jenes, mit dem Knopfe einer geladenen Flaſche überfährt. Auf dieſelbe Art kann man überhaupt auf allen elektriſchen, oder halbelektriſchen Körpern ſolche Figuren entſtehen laſſen, und ſie aufbewahren, wenn man ſie mit einer Glastafel bedeckt.

Eine ſehr regulaire Figur auf der Oberfläche einer Harztafel brachte Cavallo auf folgende Art hervor:

vor: man legt die Harzplatte auf einen Tiſch, und iſolirt einen oder mehrere ſpitzige Dräthe über der Platte, mit den Spitzen nach ihrer Fläche zu, in einer Entfernung von einem und einem halben, oder zwey Zoll. Hierauf berührt man dieſe Dräthe nach einander, erſt mit einer poſitiven, dann mit einer negativen Leidner Flaſche, und bringt ſo die Funken aus beyden Flaſchen auf die Oberfläche der Harzplatte. Wenn man nun Pulver von verſchiedenen Farben auf die Platte ſtäubt, wird man ſehr regulaire Figuren erhalten. Dieſe beſtehen aus concentriſchen Zonen von verſchiedenen Farben, welche die Geſtalt von Cirkeln, Ellipſen oder andern krummen Linien annehmen, je nachdem man ſich eines, oder mehrerer ſpitzigen Dräthe bedient, oder dieſe mehr oder weniger von einander entfernt hat.

Man ſchneide ferner eine Figur von beliebiger Geſtalt, z. B. ein Profil, eine Blume u. ſ. f. mitten aus einer Karte heraus, lege ein Stück weißes ſeidenes Zeug auf einen Tiſch, auf dieſes die Karte, und auf dieſe ein Goldblättchen. Hierauf lege man eine andere Karte auf das Goldblättchen, und auf dieſe ein Buch oder ſonſt etwas Schweres, um ſie feſt anzudrücken. Hierbey muß man aber Sorge tragen, daß das Goldblättchen auf zwey gegen einander überſtehenden Seiten der Karte herausgehe. Wenn man nun das Goldblättchen an dem einen hervorragenden Ende mit der äußern, und an dem andern mit der innern Seite einer ſtark geladenen Batterie verbindet, und dieſe entladet, ſo wird das Gold geſchmolzen werden, in die Subſtanz der Seide eindringen, und auf dieſer einen purpurfarbenen Fleck von der Geſtalt und Größe der aus der Karte ausgeſchnittenen Figur zurücklaſſen.

Die

Die Herren Paets van Trooſtwyck und Krayenhoff [h]) haben ſogar die Lichtenbergiſchen Figuren als einen direkten Beweis von der Richtigkeit des Frankliniſchen Syſtems zu benutzen geſucht. Zu ihren Verſuchen haben ſie ſich runder Scheiben aus gleichen Theilen von Harz und ſchwarzem Siegellack von 4 bis 5 Zoll Durchmeſſer und $\frac{1}{8}$ Zoll Dicke bedient, und dieſelbe mit Bärlappſaamen bepudert. Zugleich geben ſie den Rath, bey einem jeden Verſuche auf die Scheibe zu blaſen, um den Saamen, welcher nicht haftet, folglich zum Verſuche nicht gehört, wegzubringen, und ſo den Figuren mehr Sicherheit und Deutlichkeit zu geben. Dieſe Scheiben zu elektriſiren, nahmen ſie eine Leidner Flaſche von 44 Quadratzoll Belegung, deren Knopf $\frac{2}{3}$ Zoll im Durchmeſſer hatte; zuweilen aber auch eine kleinere Kugel, und zu andern Verſuchen ſtatt derſelben eine Spitze.

Wenn mit der Mitte einer Lackſcheibe, welche iſolirt war, der Knopf einer poſitiv geladenen Flaſche berührt und ſelbige nachher bepudert wurde, ſo bildete der Bärlapp einen Stern mit Strahlen, welche von dem durch die Flaſche berührten Punkte ausgingen. War hingegen die Flaſche negativ geladen, ſo entſtanden ein, zwey oder mehrere runde Flecken. Auf der andern Seite der Lackſcheibe konnte durchs Pudern keine Figur erhalten werden. Wurde aber während des Berührens der Flaſche die andere Seite der Scheibe mit einem leitenden Körper verbunden, welcher nach dem

h) Verhandeling over Zeckere onderſcheedene Figuuren, welken door de beede Soorten van Electriciteit woorden voordgebragt; im Allgem. Magaz. und überſ. in den Leipziger Sammlungen zur Phyſik und Naturgeſch. B. IV. St. 4. 1790. S. 357 u. f.

dem Berühren weggenommen wurde, und wurden hierauf beyde Seiten der Lackſcheibe bepudert, ſo entſtand an der Seite, welche die Flaſche berührt hatte, ein Stern, deſſen Strahlen jedoch nicht aus einem Punkte, ſondern aus einem gefüllten Kreiſe ausgingen, und an der andern Seite einige runde Flecken, deren mittelſter mit jenem Kreiſe eine gleiche Größe hatte. Bey der negativ geladenen Flaſche waren die Flecken auf der berührten, der Stern auf der andern Seite, jedoch mit kürzern, dünnern, gebogenen und ſich durchkreuzenden Strahlen. Wurde an der Flaſche ſtatt des Knopfs ein rundes Metallblättchen, und an der andern Seite der Lackſcheibe ein gleich großes mit leitenden Körpern verbundenes Metallblättchen angebracht, und hierauf eben ſo, wie angegeben worden, verfahren, ſo entſtand ein gefüllter Kreis mit auseinanderfahrenden Strahlen, und auf der andern Seite ebenfalls ein ſolcher mit runden Flecken, oft auch um denſelben ein Ring, worauf ſich kein Bärlapp anſetzte. Bey negativ geladener Flaſche waren dieſe Figuren verwechſelt, und die Strahlen waren kürzer und gekrümmter. Lagen die Metallblättchen an der Scheibe nicht ganz an, ſo bildeten ſich in dem gefüllten Kreiſe auf der poſitiven Seite kleine Sterne, auf der negativen aber kleine Flecken, wie Perlen.

Alle dieſe Figuren konnten noch durchs Berühren mit einer geriebenen Glasröhre oder Siegellackſtange, oder auch einer iſolirten Perſon, welche Glas oder Siegellack gerieben hatte, hervorgebracht werden. Auch wenn der Knopf einer nicht ſtark geladenen Flaſche auf der Fläche der Scheibe, als ob man ſchreiben wollte, herumgeführt wurde, erhielt man dieſe Figuren, und beſonders bey der poſitiv geladenen Flaſche

Züge

Züge mit ausfahrenden Strahlen, bey einer negativ geladenen aber Reihen von perlenartigen Flecken.

Dieſe Erſcheinungen ſuchen nun Paets van Trooſtwyck und Krayenhoff nach dem Frankliniſchen Syſtem zu erklären. Auf die Frage, warum der negative Knopf mehr als Einen Fleck bilde? antworten ſie, dieß rühre von der Größe der berührenden Oberfläche her; brauche man eine Spitze, ſo entſtehe nur ein Punkt, dagegen ſey bey der poſitiven Flaſche gar kein Unterſchied zwiſchen den Wirkungen der Kugel und der Spitze zu finden. Ein Verſuch beſonders ſchien für die Einheit der elektriſchen Materie und für ihre entgegengeſetzte Richtung beym Negativ-elektriſiren günſtig zu ſeyn. Man hängt nämlich eine Leidner Flaſche an den Conduktor der Maſchine, und verbindet ihre äußere Belegung durch einen Drath mit der auf Leitern liegenden Lackſcheibe. So kann die Flaſche etwas geladen werden, weil die Scheibe aus den Leitern etwas elektriſche Materie annehmen oder an ſie abgeben kann. Nimmt man nun nach dem Laden den Drath mit einem iſolirten Handgriff ab, und bepudert die Scheibe, ſo ſieht man bey poſitiver Ladung Strahlen, bey negativer nur einen einzigen runden Fleck. Dieſer Fleck und die ſchwächere Ladung, welche die Flaſche in dieſem Falle erhält, werden ſehr leicht ſo erklärt, daß der Lackſcheibe mehr elektriſche Materie gegeben als genommen werden kann, weil die Theilchen wohl genöthigt werden können, ſich aus einem Punkte über die widerſtehende Fläche der Scheibe zu verbreiten, nicht aber umgekehrt, ſich von allen Theilen der Scheibe her in einen Punkt zu ſammeln.

Gegen dieſe Herren iſt aber bemerkt worden, daß die meiſten ihrer Verſuche zwar Thatſachen bewieſen, an

an deren Wahrheit gar kein Zweifel ſtatt finde, allein ſie ſeyen von allen Syſtemen unabhängig, und ließen ſich nach dem einen Syſteme eben ſo gut, wie nach dem andern erklären.

Ein artiges Spielwerk mit den lichtenbergiſchen Figuren unter dem Nahmen des heiligen Scheins findet man von D. Ingenhouß[i]) angegeben, wobey an einem Portrait des P. Gaßner das durchſichtig und glänzend gemachte Haupt des Wunderthäters mit einer Glorie aus Strahlen von Haarpuder umringt wird.

Auch hat der Mechanikus Bienvenu[k]) einen angeblich neuen Verſuch beſchrieben, da man mit dem Haken einer Leidner Flaſche, welche erſt poſitiv und nachher negativ geladen iſt, auf dem Kuchen eines Elektrophors nach Willkühr Züge macht, und ſie dann mit einem Gemiſch aus Mennige und Schwefelblumen pudert. Die poſitiven Blumen nehmen bloß die Schwefelblumen an, und bilden die bekannten Strahlen und Ramificationen; die negativen ſtellen ſich durch die Mennige als rothe Paternoſterknöpfchen dar. Aber die ganze Sache war nicht neu; ſchon 1778 hatte Lichtenberg in der oben angeführten Schrift p. 71. etwas ganz gleiches angegeben.

Erfindungen der fernern elektriſchen Geräthſchaft, nebſt weitern Verſuchen in der Lehre der Elektricität bis zum Jahre 1791.

In dieſer Zeitperiode wurde mit Verbeſſerung und Erfindung der elektriſchen Geräthſchaft ſowohl in Eng-

i) Aus einem Briefe an den Grafen von Lamberg vom 20. Octob. 1781. im Gothaiſchen Magazin für das Neueſte aus der Phyſik. B. I. St. 3. S. 76 f.

k) Journal de France 1788. n. 9.

England und Deutſchland, als auch in Holland, Frankreich und Italien ungemein fortgeſchritten, wodurch die wichtigſten Entdeckungen in der Lehre der Elektricität gemacht wurden.

Henly[l]) gab einen eigenen Auslader an, welcher den Nahmen eines allgemeinen Ausladers erhalten hat, und welcher zu ſehr vielen elektriſchen Verſuchen gebraucht wird. Seine Theile ſind folgende: (fig. 1.) ab iſt ein flaches Bret, 15 Zoll lang, 14 Zoll breit und ungefähr 1 Zoll dick, welches den Fuß des Ausladers abgibt; cd und ef ſind zwey Säulen von Glas, welche in das Bret ab eingekittet und oben mit meſſingenen Stücken verſehen werden, wovon jedes ein doppeltes Charnier hat, und eine Röhre enthält, durch welche ſich der Drath gh ſchieben läßt. Außer dieſem Hin- und Herſchieben des Draths muß er auch noch mittelſt der Charniere horizontal und vertikal bewegt werden können. Ein jeder Drath hat an dem einen Ende einen Ring g, und an dem andern Ende eine kleine meſſingene Kugel h, welche nach Gefallen auf die Spitze derſelben geſteckt, und wieder abgenommen werden kann. k iſt eine ſtarke hölzerne Scheibe 5 Zoll im Durchmeſſer, auf deren Oberfläche ein Stück Elfenbein eingelegt iſt und worin der Fuß der hölzernen Scheibe vermittelſt einer Schraube auf jede erforderliche Höhe geſtellt werden kann. m iſt eine kleine zu dieſem Inſtrumente gehörige Preſſe, welche aus zwey länglichten Bretern, die durch zwey Schrauben an einander gepreßt werden können, beſteht; das unterſte Bret hat einen cylindriſchen Fuß, der eben ſo groß iſt, als der Fuß der Scheibe k. Wenn dieſe Preſſe

l) Vollſtändige Abhandlung von der Elektricität, von Cavallo. Leipz. 1797. B. I. S. 161.

Preſſe gebraucht werden ſoll, ſo wird ſie in den hohlen Cylinder il anſtatt der Scheibe k geſteckt, welche man in dieſem Falle herausnehmen muß.

Dieſer allgemeine Auslader wird gebraucht, um entweder über oder durch Körper elektriſche Schläge aus geladenen Flaſchen oder Batterien gehen zu laſſen. Man befeſtige z. B. an jede Kugel h, oder auch nur an die Dräthe, welche ſonſt die Kugeln tragen, anſtatt derſelben ein plattes und polirtes Metall, ſo daß die Oberflächen von beyden einander ſo nahe kommen, daß man die Batterie durch ſie entladen kann. Hierauf verbinde man den einen Drath gh mit der äußern Seite der Batterie, den andern aber durch Hülfe des gewöhnlichen Ausladers mit der innern Seite, und laſſe den Schlag durchgehen. Dieſer wird auf der Oberfläche der beyden metallenen Stücke, welche man auf den Auslader befeſtigt hat, einen ſehr ſchönen Fleck verurſachen, um welchen ſich verſchiedene concentriſche Ringe bilden. Will man durch ein Spiel Karten hindurchſchlagen, ſo ſtelle man daſſelbe aufrecht auf die Scheibe k, ſo, daß es auf beyden Seiten die Kugeln h berührt, und laſſe wie vorhin den elektriſchen Schlag hindurchgehen. Man nehme ferner zwey Stückchen gemeines Glas, und lege dazwiſchen ein Goldblättchen, ſo, daß es an beyden Seiten ein wenig herausgeht. Wenn man alsdann mittelſt der Preſſe m die beyden Glasblättchen zuſammenpreßt, den herausgehenden Theil des Goldblättchens an die beyden Enden der Dräthe h anlegt, und nun den Schlag hindurchgehen läßt, ſo verbindet ſich das Goldblättchen mit dem Glaſe ſo innig, daß man es weder abſchaben, noch durch das gewöhnliche Auflöſungsmittel wegbringen kann.

Auch hat Henly im Jahre 1772 ein Quadranteelektrometer angegeben, welches von D. Prieſtley m) beſchrieben worden iſt, und die in fig. 2. vorgeſtellte Geſtalt hat. Es ſteht auf einem kleinen Geſtelle, von welchem es nach Willkühr abgenommen, und an den erſten Leiter, oder ſonſt wohin befeſtigt werden kann. Dieſes Elektrometer beſteht aus einem ſenkrecht ſtehenden Stabe, der oben kugelförmig abgerundet iſt, und an dem andern Ende ein Meſſingblech hat, welches man nach Gelegenheit auf den erſten Leiter oder auf den dazu gehörigen Fuß ſetzen kann. An dem obern Theile des Stabes iſt ein elfenbeinerner in Graden getheilter Halbcirkel befeſtigt, in deſſen Mittelpunkt der Zeiger an einer feinen Achſe von Meſſing ſteckt. Der Zeiger ſelbſt iſt ein ſehr feines Stäbchen, welches von dem Mittelpunkte des getheilten Halbcirkels bis an das Meſſingblech reicht, und an ſeinem untern Ende ein Korkkügelchen trägt, welches ſehr fein abgedreht iſt. Das beſte Holz zum Stabe und zum Zeiger dieſes Elektrometers iſt Buchsbaum. Beyde müſſen wohl abgerundet, und ſo glatt als möglich ſeyn. Wenn dieſes Elektrometer nicht elektriſirt iſt, ſo hängt der Zeiger mit dem Stabe parallel; wird es aber elektriſirt, ſo weicht er von dieſer Lage ab, und zeigt an dem Halbcirkel die Grade, aus welchen ſich auf die Stärke der Elektricität ſchließen läßt.

Lagenbucher n) nimmt zwey 6 Zoll lange Glasſäulen, welche er 3 Zoll weit aus einander ſtellt. Auf der einen befindet ſich ein 5 Zoll hohes und 1 Zoll brei-

tes

m) Philoſoph. Tranſact. Vol. LXII. n. 26.

n) Beſchreibung einer beträchtlich verbeſſerten Elektriſirmaſchine. S. 44.

tes meſſingenes Plättchen, an deſſen unteres Ende ein krummgebogener Drath mit einer Kugel eingeſchraubt iſt. Am obern Ende hängt ein buchsbaumener Zeiger, jedoch ohne Korkkugel, herab. Auf der andern Glasſäule ſteht ein in Grade getheilter Halbcirkel von Elfenbein oder gedörrtem Holze, deſſen Mittelpunkt mit dem Aufhängepunkte des Zeigers einerley iſt. Alles, die Meſſingplatte, den Zeiger und den Halbcirkel ausgenommen, iſt mit Siegellack überzogen. Wenn man dieſes Elektrometer gebrauchen will, ſo verbindet man die Kugel an dem krummgebogenen Drathe mit dem elektriſchen Körper. Dieſe Einrichtung, welche der Henlyſchen ähnlich iſt, lobt Donndorf [o]), weil man ſie bey jeder Art von Maſchinen brauchen könne.

Cavallo [p]) ſchlägt ein Stativ mit den Cantonſchen Elektrometern vor, welches in fig. 3. vorgeſtellt iſt, wo cc und dd die Cantonſchen Elektrometer ſind. a iſt eine Säule von Glas oder gedörrtem Holze, oben abgerundet oder mit einem runden hölzernen Deckel verſehen. Aus dieſem runden Holze gehen vier Arme von Glas oder gedörrtem Holze hervor, an deren Ende die Elektrometer hangen, zwey davon dd beſtehen aus ſeidenen Fäden, etwa 8 Zoll lang, an deren Ende eine kleine Pflaumenfeder hängt. Die beyden andern Elektrometer cc ſind die Cantonſchen, mit kleinen Kügelchen von Kork oder Hollundermark. Die Fäden, woran die Kügelchen hangen, ſollen nach Cavallo's Anrathen mit ſchwachem Salzwaſſer befeuchtet werden. Die Kügelchen betragen ohngefähr $\frac{1}{8}$ Zoll im Durchmeſſer

o) Lehre von der Elektricität. Th. I. S. 70.

p) Vollſtändige Abhandlung der Lehre der Elektricität. Leipz. 1797. B. I. S. 156.

meſſer und ſind mittelſt des Fadens an einem etwa 6 Zoll langen und mit Siegellack überzogenen gläſernen Stäbchen befeſtigt, welches an einen Arm gehängt worden iſt. Dieß gläſerne Stäbchen dient vorzüglich als ein iſolirender Handgriff, wenn man das Elektrometer vom Stativ abnehmen, und an einem andern Orte gebrauchen will.

Ein anderes Elektrometer beſchreibt ebenfalls Cavallo [q]), welches er wegen ſeines bequemen Gebrauchs Taſchenelektrometer nennt, und in fig. 4. vorgeſtellt iſt. Das Gehäuſe und zugleich der Handgriff dieſes Elektrometers iſt eine Glasröhre, welche etwa 3 Zoll lang iſt, $\frac{3}{7}$ Zoll im Durchmeſſer hat, und bis auf die Hälfte mit Siegellack überzogen iſt. An demjenigen Ende der Röhre, woran ſich kein Siegellack befindet, iſt eine Schleife von dünnen ſeidenen Schnürchen, womit man das Elektrometer gelegentlich an eine Stecknadel hängen kann. In das andere Ende der Röhre paßt ein Kork, welcher an beyden Enden koniſch zugeſpitzt iſt, damit man mit jedem gerade die Oeffnung der Röhre verſtopfen kann. Von dem einen Ende dieſes Korks hängen zwey leinene Fäden herab, welche ein wenig kürzer ſind, als die Länge der Glasröhre, und an jedem befindet ſich ein kegelförmiges Stückchen Holundermark. Wenn man dieſes Elektrometer brauchen will, ſo ſteckt man das Ende des Korks, welches den Fäden entgegengeſetzt iſt, in die Oeffnung der Röhre; alsdann gibt die Röhre einen iſolirenden Handgriff des Korkkugelelektrometers ab. Kehrt man den Kork um, ſo kommen alsdann die Fäden innerhalb der Röhre zu hängen, und das Ganze läßt ſich bequem in einem Futteral bey ſich

q) Ebendaſ. B. I. S. 346.

ſich tragen. Wird in dieſes Futteral an dem obern Ende ein Stück Bernſtein, und unten ein Stück Elfenbein auf Bernſtein iſolirt eingeſetzt, ſo kann man durch Reiben an einem Tuchkleide ſowohl die poſitive als negative Elektricität erregen, und dem Elektrometer mittheilen.

Noch ein anderes von Cavallo angegebenes Elektrometer, welches äußerſt empfindlich und ſehr bequem iſt, wird von Adams [r]) beſchrieben. Die Glasröhre (fig. 5.) acdb iſt in dem meſſingenen Boden ab eingekittet. Der obere Theil derſelben geht in ein ſchmales cylindriſches mit Siegellack überzogenes Ende aus, in welches eine kleine gläſerne Röhre eingekittet iſt, deren unteres ebenfalls mit Siegellack überzogenes Ende ein wenig in die Röhre acdb hineinreicht. In dieſe kleine Röhre iſt ein Drath eingekittet, deſſen unteres Ende das flache Stück Elfenbein h, welches durch einen Kork in die Röhre befeſtigt iſt, berührt; das obere Ende des Draths erſtreckt ſich etwas über die Röhre hinaus, und läßt ſich in die meſſingene Haube ef einſchrauben, welche den mit Siegellack überzogenen Theil gegen den Regen ſchützt, wenn man damit die Luftelektricität beobachten will. tm und kn ſind zwey ſchmale Streifen Zinnfolie an der innern Seite des Glaſes, die mit dem meſſingenen Boden ab in Verbindung ſtehen.

Wenn man einen elektriſirten Körper der meſſingenen Haube ef nähert, ſo werden die Kugeln ſogleich von einander fahren, aber auch wieder zuſammenfallen, ſobald ſie die Zinnfolie berühren. Nimmt man als-

r) Verſuch über die Elektricität. S. 164.

alsdann den elektriſirten Körper weg, ſo gehen ſie abermals mit der entgegengeſetzten Elektricität aus einander. Die allerſchwächſte Elektricität wird dieſe Kugeln in Bewegung ſetzen, und die Beſchaffenheit derſelben wird leicht dadurch erkannt, wenn ſie entweder mehr aus einander gehen oder ſich wieder nähern, indem der Haube ein mit — E geladener Körper genähert wird.

Man hat überhaupt der Einrichtung, ein Elektrometer in einer Röhre oder Flaſche einzuſchließen, den Namen Flaſchenelektrometer gegeben.

Unter allen dieſen angegebenen Elektrometern verdient wohl keines den eigentlichen Namen Elektrometer, weil ſie keinesweges die wahre Größe der Elektricität beſtimmen, ſondern nur zu erkennen geben, ob die eine Elektricität ſtärker oder ſchwächer ſey, als die andere. Achard[s]) war der erſte, welcher verſuchte, ein wahres Elektrometer anzugeben, welches die beſtimmte Größe der Elektricität anzeigen, und ihr Verhältniß zur Schwere der Erdkörper beſtimmen ſollte. Allein auch dieſer Vorrichtung fehlt noch viel, um damit die Intenſität der Elektricität mit Sicherheit meſſen zu können. Lichtenberg[t]) hat hiervon eine kürzere Beſchreibung gegeben. An einem meſſingenen Lineale (fig. 6.) ab ſind bey aa zwey kleine Haken befindlich, woran an meſſingenen Fäden von gleicher Länge zwey Kugeln von verſchiedenem Gewichte c, k ange-

s) Beſchäftigungen der Berliner Geſellſchaft naturforſchender Freunde. Th. I. Berlin 1775. 8. S. 53 f. auch in den Vorleſungen der Experimentalphyſik. Th. III. Berlin 1791. S. 53.

t) Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte. B. II. St. I. S. 146.

angehängt ſind. Die Fäden müſſen ſo ſteif ſeyn, daß ſie ſich nicht krümmen. Das meſſingene Lineal hat bey h h Einſchnitte, damit der Faden dicht an der Kante des Lineals anliegen kann, wenn die Kugel das Lineal berührt. Die Kugeln können aus Meerſchaum verfertigt ſeyn, weil dieſer die Feuchtigkeit der Luft wenig anzieht. Man ſetze, das Gewicht der Kugel c nebſt dem des Fadens ſey $= \pi$, und dieſe werde durchs Elektriſiren des Lineals um den Winkel bac $=$ α abgeſtoßen. Ferner ſey der Schwerpunkt des Pendels in d. Demnach wird ſein Gewicht $= \pi$ ſelbiges in der lothrechten Richtung dg herabtreiben. Nun wird dieſes Gewicht theils von der zurückſtoßenden Kraft der elektriſchen Materie, theils aber auch von der Feſtigkeit des Hakens im Gleichgewicht erhalten. Zerlegt man alſo das Gewicht π nach der Richtung dg in die beyden Seitenkräfte nach den Richtungen df und de, jene auf das Lineal ſenkrecht, und dieſe in der Richtung des Fadens ſelbſt, ſo erhellet, daß df den Theil des Gewichts π ausdrückt, welchen die abſtoßende Kraft der elektriſchen Materie aufhebt. Nun iſt der Winkel bac $=$ gde $=$ fgd $= \alpha$, und man hat in dem rechtwinklichten Dreyecke fdg die Proportion dg : df $=$ 1 : tang. α, folglich df $=$ dg . tang. α, d. h. die abſtoßende Kraft der elektriſchen Materie iſt $= \pi$. tang. α. Weiß man alſo die Größe des Gewichts π, und hat man ein Mittel, die Größe des Winkels α zu meſſen, ſo gibt alsdann die Rechnung die abſtoßende Kraft der elektriſchen Materie. Jedoch muß dieſer Winkel in einer Entfernung von dem Pendel wenigſtens von 4 Fuß gemeſſen werden können, weil ſonſt ein Körper bey geringerer Entfernung das Pendel ſtören würde. Achard hat zwar hierzu einen ſehr ſinnreichen Chordenmeſſer angegeben; allein er iſt

zu ſehr zuſammengeſetzt, um dadurch genaue Reſultate zu erhalten. Daher hat dieſer ganze Apparat weiter keinen allgemeinen Beyfall erhalten.

Ein anderes ſehr empfindliches Elektrometer hat A. Bennet[u]) angegeben, welches im Ganzen mit dem Flaſchenelektrometer übereinkommt, nur daß ſtatt der an feinen Fäden herabhangenden Kügelchen Streifen von Goldblatt gebraucht werden. Die gewöhnlichen Elektrometer mit Kügelchen von Kork oder Hollundermark haben den Nachtheil, daß die Kügelchen bisweilen, wenn ſie elektriſirt ſind, lange an einander hangen, ehe ſie ſich trennen, nachher aber mit einem gewiſſen Ruck auf einmal aus einander fahren. Dieſen Nachtheil aber findet man bey den Goldblättchen nicht, und Bennet's Goldblattelektrometer iſt daher zu ganz feinen Verſuchen eins der brauchbarſten Inſtrumente. Die ganze Einrichtung dieſes Elektrometers iſt im Weſentlichſten folgende: Zwey Streifchen von geſchlagenem Golde, welche etwa 2 Linien breit und 18 bis 20 Zoll lang ſind, hängen an der Seitenfläche eines keilförmig ausgeſchnittenen Stücks Holz oder Zinn (fig. 7.) b, woran ſie mit ein wenig Eyweiß oder Firniß angekittet werden, dicht neben einander, und parallel unter ſich in der Mitte eines Glascylindes herunter, welcher etwa 1½ Zoll im Durchmeſſer hat, und ungefähr 3½ Zoll hoch iſt. Damit aber die Glasröhre noch beſſer iſolire, ſo wird der obere Theil derſelben ungefähr 1½ Zoll weit mit Siegellack überzogen. Der untere Theil der Röhre geht etwas gedrängt in eine meſſingene Einfaſſung, welche

u) Philoſoph. Transact. Vol. LXXVII. überſetzt in den Leipzig. Sammlungen zur Phyſik und Naturgeſchichte. B. IV. St. 4. S. 419 f.

welche an den Seiten mit Leder oder Sammet ausgefüttert, und unten an den hölzernen Fuß des Inſtruments angeſchraubt iſt. An dem metallenen Deckel q von 4 Zoll im Durchmeſſer iſt ein mit ſtarkem Seidenzeuge gefütterter Ring eingelöthet, in welchem ſich der obere Theil der gläſernen Röhre ſchließt. Auch iſt der metallene Deckel q mit einem $\frac{3}{4}$ Zoll breiten niedergehenden Rande m verſehen, um dadurch die Glasröhre bey Verſuchen im Regenwetter gegen die Näſſe zu ſchützen. In der Mitte des Deckels iſt ein Loch von 10 Linien im Durchmeſſer, worin das Stück d eingeſchraubt wird, an welches die kleine meſſingene Röhre a gelöthet iſt, worin das koniſche Stück Holz b gehörig eingepaßt iſt. Von außen wird auch an dieſes Metallſtück ein 7 bis 8 Zoll langer zugeſpitzter eiſerner Drath geſchraubt. Uebrigens läßt ſich das ganze Stück d bequem herausnehmen, um die Goldſtreifchen ankleben zu können. Innerhalb der Glasröhre, an zwey entgegengeſetzten Seiten, ſind noch 3 bis 4 Linien breite Stanniolſtreifen cc angeleimt, um die Elektricität von den Goldſtreifchen, welche bis dahin aus einander fahren, aufzunehmen, und durch den Boden fortzuleiten. Zu eben dieſer Abſicht hat auch Böckmann den untern Boden des hölzernen Fußes mit Stanniol überzogen.

Da es ſchwer hält, die Goldſtreifchen, wie angegeben worden, an dieſem Elektrometer ſo zu befeſtigen, daß ſie parallel herabhangen, ſo hat Cavallo x) folgende Methode ausgedacht, wodurch dieſer Schwierigkeit abgeholfen wird. Wenn nämlich die Streifen geſchnitten ſind, und auf Papier oder dem ledernen Kiſſen

x) Vollſtändige Abhandlung der Lehre von der Elektricität. 1797. B. II. S. 177.

Kiſſen liegen, ſo werden ſie der Länge nach gleich gemacht; hierauf ſchneidet man zwey Stückchen feines Goldpapier, jedes etwa $\frac{1}{2}$ Zoll lang und $\frac{1}{4}$ Zoll breit, und befeſtigt dieſe mit ein wenig Wachs an beyden Streifen, nämlich eins an das Ende des einen, das andere an das Ende des andern Streifen, ſo daß ohngefähr die Figur des Buchſtaben T herauskommt. Hierauf wird nun eins von jenen Stückchen Papier ſammt dem Goldblattſtreifen mit den Fingern der einen, und das andere mit den Fingern der andern Hand in die Höhe gehalten, alsdann beyde an einander gebracht, und ſo zuſammengedrückt, daß ſie beyde parallel und glatt hängen. Nun werden beyde Stückchen Papier, welche jetzt auf einander liegen, zwiſchen eine Art von Zange von Meſſingdrath oder ſehr dünn gehämmerten Meſſingplättchen, welche an dem untern Theile des Deckels oder Hutes des gläſernen Gefäßes befeſtigt iſt, geklemmt.

Dieſes Inſtrument dient nicht ſowohl zur Abmeſſung der Stärke der Elektricität, als vielmehr zur Beſtimmung ſehr geringer Grade derſelben, und zur Unterſuchung ihrer Beſchaffenheit.

Will. Nicholſon [y]) hat dieß Elektrometer zu verbeſſern geſucht; einmal, um es ohne Gefahr für die Goldblättchen tragbar zu machen, und dann, um die Grade, bis zu welchen es elektriſirt iſt, auf einer angebrachten Skale unterſcheiden zu können.

Die Goldblättchen gegen die Gefahr des Zerreißens beym Tragen zu ſichern, hat ihm bisher, alles Nachdenkens ungeachtet, noch nicht recht gelingen wollen. Ein Streifen von Blattgold ließe ſich viel leicht

y) Journal of natural philoſophy. P. 6. 1797.

leicht durch eine Büchſe ſichern, die rings umher nicht weit davon abſtände. Befeſtigt man aber das Goldſtreifchen an das eine Ende eines vergoldeten Holzes, deſſen Oberfläche ganz die Geſtalt des Blättchens hat: ſo bewegt ſich dieſes, bey ſeiner außerordentlichen Biegſamkeit, ſehr leicht längs dem Holze auf und ab, und erhält Falten, wenn man das befeſtigte Ende um wenige Grade über das untere Ende des Holzes hinüber beugt. Noch weniger möchte es möglich ſeyn, das Goldblättchen zwiſchen zwey andere Blätter oder Kiſſen zu bringen, ohne es zu zerreißen.

Das Gewicht eines Goldblättchens in Bennet's Elektrometer beträgt ungefähr 0,06 Grän, iſt aber verſchieden. Daher möchte es eine vergebliche Mühe ſeyn, auf Mittel zu denken, zwey ſolche Elektrometer übereinſtimmend und mit einander vergleichbar zu machen. Alles was ſich thun läßt, iſt dieß, die verſchiedenen Intenſitäten der Elektricität genauer zu beſtimmen, ſo fern dieſe entweder durch die Divergenz der Goldſtreifen, oder durch die Entfernung, aus welcher die Blättchen an ein Paar nichtiſolirte Metallſtäbe ſchlagen, angezeigt wird.

(fig. 8.) a ſtellt den iſolirten metallenen Hut des Elektrometers vor, von welchem bey c die beyden ſcharf zugeſpitzten Goldblättchen herabhangen. bb iſt das ſie umgebende Glas, welches den Hut a trägt, und die Bewegung der äußern Luft von den Blättchen abhält; dd ſind ein Paar flache Meſſingſtäbe, die ſich um eine gemeinſchaftliche Achſe, gleich den Schenkel eines Zirkels, drehen, und ſich dadurch einander nähern oder von einander entfernen laſſen. Durch Hülfe der Stahlfedern werden ſie aus einander gedrückt. Die Mikrometerſchraube e dient, ſie einander

der ſanft und allmählig zu nähern. Zu dem Ende ſind an die Mutterſchraube, welche ſich längs der Spindel hinauf bewegt, zwey ſtählerne Arme in entgegengeſetzten Punkten des Durchmeſſers befeſtigt, und das Ende jedes derſelben iſt durch einen Stift mit einer der beyden Meſſingſcheiben verbunden, welche die beyden Meſſingſtäbe tragen.

Bey der übrigen Einrichtung des Goldblattelektrometers werden zwey Stanniolſtreifen an den entgegengeſetzten Seiten der innern Fläche des Glaſes bb geklebt, gegen welche die Goldblättchen ſchlagen, wenn ſie den größten Grad von Elektricität erreicht haben. Entfernt man die Meſſingſtäbe dd ſo weit von einander als möglich, ſo zeigt dieſes verbeſſerte Elektrometer das Maximum von Elektricität. Iſt dagegen die Elektricität, die durch Berührung mit der leitenden Luft oder irgend einer andern Quelle der Elektricität erzeugt wird, ſo zernichtet, daß man aus der Lage der Goldblättchen nicht mit Sicherheit ſchließen kann, ob ſie elektriſirt ſind oder nicht; ſo nähert man die Meſſingſtäbe vermittelſt der Mikrometerſchraube einander allmählig, bis ſie durch Anziehung die Divergenz der Goldblättchen hinreichend vermehren, um uns in den Stand zu ſetzen, die Art der Elektricität dieſer Blättchen auszumitteln. In dieſem Falle, ſo wie in allen andern, zeigt der Grad der Eintheilung auf dem Kopfe der Mikrometerſchraube, welcher in dem Augenblicke, da die Goldblättchen an die Stäbe hinauffahren und ſie ſchlagen, dem feſten und unbeweglichen Zeiger gegenüber ſtehen, an, ob die Elektricität von einer ſtärkern oder geringern Intenſität war.

De

De Lüc [z]) ſuchte ein ſogenanntes Fundamentalelektrometer anzugeben, und hat zugleich Vorſchriften mitgetheilt, wie dieß Elektrometer dienen könne, andere Elektrometer für alle Fälle von größerer oder geringerer Intenſität der Elektricität zu verfertigen.

Zuförderſt führt er an, daß Verſuche über die Modificationen des elektriſchen Fluidums in der Nähe einer in Bewegung geſetzten Elektriſirmaſchine nicht genau angeſtellt werden könnten, weil die umgebende Luft durch ſie elektriſirt werde, welches bey den beweglichen Körpern Bewegungen hervorbringe, die nicht von den Urſachen, deren Wirkungen ſie beſtimmen ſollten, abhängen. Man müſſe ſich daher immer von der erſten künſtlichen Quelle des elektriſchen Fluidums entfernen, und ſich damit lieber durch eine geladene Leidner Flaſche verſehen, welche für alle Verſuche dieſer Art mehr als hinreichend ſey. Die zu dieſen Verſuchen beſtimmte Flaſche müſſe aber weder zu groß noch zu klein ſeyn. Nach ſeinen Erfahrungen hat er eine von folgenden Abmeſſungen am geſchickteſten dazu gefunden: ſie iſt cylindriſch bis auf die kleine Verengerung ihrer Oeffnung, ihre ganze Höhe $5\frac{1}{4}$ engliſche Zoll, und ihr Durchmeſſer $2\frac{7}{8}$ Zoll. Die Belegungen von innen und von außen erſtrecken ſich bis $1\frac{3}{4}$ Zoll von oben, und der übrige Raum, der nicht belegt iſt, iſt mit einem Firniß überzogen. Ihre Oeffnung iſt mit einer hölzernen Scheibe verſchloſſen, durch welche der Stiel des Knopfes geht. Der Knopf ſelbſt hat etwa $\frac{7}{8}$ Zoll im Durchmeſſer. Nach dieſer Flaſche hat er die Krümmungen der Theile ſeines vorzüglich-

z) Neue Ideen über die Meteorologie. Berl. u. Stett. 1787. Th. II. S. 394 f.

züglichſten Apparats beſtimmt, indem alles ſo beſchaffen ſeyn mußte, daß, wenn man den Apparat mit dem Knopfe der Flaſche in ihrer ſtärkſten Ladung berührte, ſich hier kein Büſchel bildete. Folglich beſtimmte auch dieſes die Größe der Kugeln des Elektrometers. Die Kugeln ſelbſt ſind, ſtatt der ſonſt gewöhnlichen Korkkügelchen oder Holundermarkkügelchen, von Silber und hohl, an Strohhalmen aufgehängt, welche er bey ſeinen elektriſchen Verſuchen am vortheilhafteſten fand. Auch macht er nur die eine von beyden Kugeln beweglich, weil die Beobachtungen geſchwind angeſtellt werden müſſen, und es ſchon nicht leicht iſt, die gegenſeitige Stellung zweyer Gegenſtände, wenn ſie in gewiſſer Weite von einander entfernt ſind, ſo wie das Stäbchen der Kugeln und die Skale, gut zu beobachten. Außerdem aber findet noch bey der Bewegung einer einzigen Kugel der Vortheil ſtatt, daß man ihre Beweglichkeit durch ein oben angebrachtes Gegengewicht beträchtlich vermehren kann.

De Lüc's Fundamentalelektrometer iſt in fig. 9. in einem Durchſchnitte durch die Achſe aller Theile abgebildet. Sein Fuß aa iſt von Holz, und unten mit einer Platte von Bley bb verbunden, damit das Inſtrument feſt ſtehe. Auf den Fuß iſt ein Stückchen Holz c angeſchraubt, welches den iſolirenden Theil dd trägt, der aus einer Röhre von innen und außen überfirnißtem Glaſe beſteht. Oben an dem gläſernen Stabe iſt eine Verbindung von verſchiedenen Stücken aus Büchenholz, an welche alle Theile des Inſtruments befeſtigt ſind. Das vorzüglichſte Stück davon iſt das durch ef vorgeſtellte, deſſen Zapfen f in die Röhre geht, wo es ſich mit ſanftem Anreiben umdreht. Quer durch dieſes Stück geht

hori-

horizontal eine Glasröhre gg von innen und außen überfirnißt, und welche ein Stäbchen von Meſſing einſchließt, welches dem Elektrometer zum Leiter dient. Das eine Ende dieſes Stäbchens geht mit einer Schraube in einen meſſingenen Cylinder h, und das andere in eine meſſingene Kugel i. Schraubt man dieſe letztere ſtark ein, indem die Kugeln vertikal hängen, ſo gibt man dieſem Stande Feſtigkeit.

Die unbewegliche Kugel klm iſt an dem Punkte k durch das hölzerne Stück kl aufgehängt, deſſen Theil l in einen Halm geht, welcher dieſer Kugel zum Stäbchen dient, und an dem ſie geleimt iſt. Das hölzerne Stück k, deſſen Schnitt die fig. darſtellt, iſt flach, und geht etwas gedrenge in eine Oeffnung des meſſingenen Cylinders h, wo es durch einen Stift gehalten wird. Dieſe Oeffnung, welche durch eine punktirte Linie vorgeſtellt iſt, erlaubt dem Stück k eine kleine Bewegung an ſeinem Stifte. Dieſes dient dazu, die Kugel in Berührung mit der andern zu bringen, wenn letztere gehörig hängt. Das Aufhängen dieſer letztern geſchieht am Punkte p in einer Gabel po, deren Zapfen o mit etwas ſtarkem Reiben in den Cylinder h geht.

Die Skale rſ iſt aus Büchenholz, etwa $\frac{2}{4}$ Linien dick und mit Papier bedeckt, welches mit Kleiſter aus Stärkemehl angeklebt, und unter einer Preſſe oder einem Gewichte zwiſchen zwey flachen Körpern getrocknet iſt; ſein Rand muß, wie alle elektriſchen Stücke am Apparate, abgerundet ſeyn. Der Halbmeſſer pſ der Skale beträgt 4 Franzöſ. Zoll. Es iſt hinreichend, auf ſelbige 40 Grade zu tragen, weil für größere Grade der Elektricität das Fundamentalelektrometer nicht mehr gebraucht werden ſoll. Dieſe in Anſehung

des Gewichts ſehr leichte Skale wird von einem kleinen gläſernen Stäbchen vermittelſt einer bloßen Röhre von aufgerolltem und geleimtem Papier, welches mit Leim hinter die Skale in r befeſtigt iſt, getragen; dieſe Röhre iſt in der fig. durch eine punktirte Linie vorgeſtellt. Das andere Ende des Stäbchens geht in einem Wirbel von Holz t. Das Stück uu iſt ein Ring, welcher ſich mit etwas ſtarker Reibung umdreht; in dieſem Ringe geht mit gleicher Friktion der Wirbel t. Die ganze Einrichtung verſtattet viererley Bewegungen, wodurch man der Skale ihre gehörige Bewegung geben kann: 1. man bringt ſie in eine vertikale Ebene, indem man die kleine papierne Röhre auf dem gläſernen Stäbchen zum Punkte t dreht; 2. man bringt ſie in eine beſtimmte Entfernung von der Kugel, indem man den Ring an den beyden Figuren dreht; 3. man macht den Halbmeſſer, welcher dem Grade der Skale entſpricht, vertikal, durch Bewegung des Wirbels t; endlich 4. läßt man dieſen Halbmeſſer mit der beweglichen Kugel correſpondiren, indem man das gläſerne Stäbchen, welches in dem Wirbel t oder der gläſernen Röhre r fortgleiten kann, verlängert oder verkürzt. In dieſem Zuſtande muß der Mittelpunkt, aus dem die Skale beſchrieben iſt, mit dem Aufhängepunkte der beweglichen Kugel horizontal ſeyn.

Das Stäbchen der beweglichen Kugel n iſt aus einem Strohhalm gemacht, welcher ſehr gerade, und mit einer kleinen ſcharfen Feile an dem obern Theile eines Gliedes abgeſchnitten ſeyn muß, wo man den Knoten nebſt einem kleinen Ende der folgenden Röhre ſtehen läßt. Dieſes Ende paßt man gleichſam einſchraubend in die dünne Hülſe der Kugel n ein. In dem Aufhängepunkte p hängt der Strohhalm an einem

Ringe

Ringe, durch welchen ein ſtählerner Zapfen rechtwinklicht durchgeſteckt iſt. Uebrigens läßt ſich das ganze Pendel aus dem Aufhängepunkte ſehr leicht herausnehmen. Zum Aufnehmen dieſes Punkts, und zur Verbindung deſſelben mit einem gläſernen überfirnißten Stäbchen yz dient die kleine meſſingene Röhre xxxx.

Der Zapfen o, welcher in den Cylinder h tritt, iſt bey o umgebogen. Indem man den Ring um den Zapfen dreht, ſtellt man das Stäbchen dieſer Kugel an dieſelbe Ebene mit der unbeweglichen Kugel, und man macht dieſe Ebene vertikal, indem man den Leiter in der Glasröhre gg dreht.

Die hohle Kugel n von Silber muß genau 7 Franzöſ. Linien im Durchmeſſer halten; die Entfernung am Aufhängepunkte vom Anfange der Kugel an gerechnet muß 4 Zoll 8 Linien ſeyn, und die Länge des Stäbchens yz von überfirnißtem Glaſe, welches die Kugel q trägt, von dem Aufhängepunkte bis zur Spitze dieſer Kugel 2 Zoll 9 Linien. Das Gegengewicht q muß dem Pendel angepaßt werden. Dieſes beſteht aus einer Kugel von Siegellack. Die ſilberne Kugel muß durch allmähliges Abdrehen ſo eingerichtet werden, daß ſie mit dem darin befindlichen Halme, jedoch ohne Gegengewicht, in dem Aufhängepunkte p horizontal auf eine Gabel gelegt, auf der Schale einer empfindlichen Wage genau mit 30 Gran nach Engliſchem Troygewicht oder $24\frac{5}{8}$ nach Franzöſ. Markgewicht im Gleichgewichte ſteht. Das Gegengewicht q mit dem Glasſtäbchen yz muß nachher dem Pendel ſo angepaßt werden, daß in der erwähnten horizontalen Lage des Ganzen von dem Gewichte der ſilbernen Kugel nur noch $7\frac{1}{2}$ Engliſche Grän übrig bleiben.

Dieſes Elektrometer wird beſtändig gebraucht, wenn man unmittelbar eine Leidner Flaſche von mäßiger Größe elektriſirt, weil bey kleinern Abmeſſungen des Elektrometers Strahlenbüſchel entſtehen würden. Wenn es hingegen nur auf die Wirkung eines elektriſirten Körpers auf andere Körper ankömmt, ſo kann man hierbey oft kleinere Elektrometer gebrauchen, weil die Gefahr von Strahlenbüſcheln nicht mehr ſo groß iſt, und man alsdann mit Vortheil das Verhältniß der leitenden Oberfläche des Elektrometers zu der des Körpers, bey dem man es anbringt, vermindern kann. De Lüc hat zu dieſer Abſicht eine zweyte Claſſe gemacht, deren Abmeſſungen halb ſo klein als beym Fundamentalelektrometer ſind, die Höhe des Fußes und die Länge des kleinen Leiters ausgenommen, welche immer einerley bleiben. Die Lackkugel des Gegengewichts iſt auch von dieſer Abmeſſung verſchieden, weil durch ſie dieſe zweyte Claſſe von Elektrometern mit der erſten in Uebereinſtimmung gebracht werden muß; dieſes geſchieht, indem man ſie mit einander durch ihre Knöpfe in Verbindung bringt, und ſie gemeinſchaftlich elektriſirt. Man muß alſo, indem man anfänglich lieber eine zu große als zu kleine Lackkugel nimmt, ſie ſo weit vermindern, bis beyde Elektrometer übereinſtimmend gehen.

In den Fällen, wo man die Kugel der Elektrometer außer den Wirkungskreis des elektriſchen Körpers bringen will, muß man die Leiter g g durch ein eingeſchraubtes meſſingenes Säbchen verlängern.

Bey der Unterſuchung der Elektricität in ſehr kleinen Körpern bedient ſich de Lüc ganz kleiner Elektrometer, welche übrigens den größern ähnlich ſind. Ein ſolches kleines Elektrometer beſteht aus zwey Gras-

hälm-

hälmchen, die man an dem Stengel gewiſſer Gräſer ſehr dünn findet. Auch hier iſt der eine Halm unbeweglich und der andere beweglich, und an beyden Enden derſelben iſt ein Tropfen Siegellack angebracht, um die Zerſtreuung der Elektricität zu verhüten.

Das Fundamentalelektrometer kann bey dem erſten Leiter einer Elektriſirmaſchine nicht gebraucht werden, weil es ihn ohne Aufhören durch Büſchel entladen würde; aber auch bey ſolchen Körpern iſt es nicht anwendbar, deren Elektricität unter 1 Grad iſt. In ſolchen Fällen hat de Lüc andere Inſtrumente unter dem Namen: elektriſche Megameter und Mikrometer angegeben.

Die erſte Bedingung eines elektriſchen Megameters iſt, daß die Kugeln groß ſind, damit die Maſchine an ihnen keine Feuerbüſchel hervorbringe: denn der vorzüglichſte Fehler aller Elektroſkope, welche man bisher an die erſten Leiter der Elektriſirmaſchinen angebracht hat, iſt die Kleinheit ihrer Kugeln. Die Kugeln von 2 Zoll im Durchmeſſer ſind für mittelmäßige Maſchinen ſchon nicht zu groß. Bey noch größern Maſchinen kann man Kugeln gebrauchen, deren Durchmeſſer 3 bis 4 Zoll iſt. Der Leichtigkeit wegen kann man auch kleine ausgehölte Kürbiſſe brauchen, indem man ſie ſorgfältig vergolden läßt. Das Geſtelle dieſer großen Kugeln iſt von dem beym Fundamentalelektrometer nur durch die Größe der Theile verſchieden, und ſtatt des Strohes wird Schilf genommen. Unter den Theilen, welche mit der Größe der Kugeln nicht im Verhältniſſe ſind, iſt der Fuß, welcher von einer der Maſchine angemeſſenen Höhe und Form ſeyn muß; hernach der durchgeſchnittene Ring, welcher die Achſe der beweglichen Kugel trägt, deſſen Dicke nicht

im Verhältniſſe mit ſeinem vergrößerten Durchmeſſer zunehmen muß; ferner der Leiter, welcher in ſeiner Glasröhre das elektriſche Fluidum nicht zerſtreuet, braucht nicht im Verhältniſſe der Kugeln vergrößert zu werden. Wenn das Fundamentalelektrometer 40 Grad zeigt, ſo muß das Megameter nur 4 Grad zeigen, und dieſes Verhältniß bewirkt man durch das Gegengewicht. Um ſie zugleich zu beobachten, muß der erſte Leiter der Maſchine nur eine einzige Spitze haben, welche an das Ende eines hölzernen Stücks geſetzt iſt, damit er ſich ſehr langſam lade. Man bringt ſodann die beyden Elektrometer an ihn, und läßt die Maſchine ſtufenweiſe wirken, bis die Kugel des Fundamentalelektrometers auf 40 Grad iſt. Zeigt alsdann das Megameter auf ſeiner Skale 4 Grad an, ſo iſt es richtig; wo aber nicht, ſo muß man es durch das Gegengewicht dahin bringen, indem man entweder die Größe der Lackkugel, oder die Länge des gläſernen Stäbchens verändert. Wenn das Megameter mit dem Elektrometer auf dieſem einzigen Punkte übereinſtimmt, ſo werden ſeine Grade zehnfache des andern ſeyn. De Lüc bemerkt hierbey, daß der Gang des Megameters ſchwankend werde, und endlich ſo ſehr, daß es nur Sprüngen und Fallen unterworfen iſt, wenn man über den Grad der Elektriſirung, welchen das Fundamentalelektrometer anzeige, gegangen ſey. Uebrigens ſey es aber nicht leicht, den ſtärkſten Grad der Elektriſirung, deſſen eine Elektriſirmaſchine fähig ſey, zu beſtimmen. Der Grad der Elektriſirung nehme zu bis zu einem gewiſſen Größten, wenn man die Maſchine ſchnell drehe; alsdann ſchwinge aber die Kugel des Megameters ſo ſtark, daß man über nichts urtheilen könne; drehe man aber die Maſchine langſam, oder vermindere man die Zahl der Spitzen, welche das

elektriſche Fluidum annehmen, ſo erreiche man ohne Zweifel nicht das Größte in der Elektriſirung.

Was de Lüc's elektriſchen Mikrometer betrifft, ſo gibt er zwey verſchiedene Arten davon an. Die Pendeln dieſer beyden Arten ſind von gleicher Länge und Beſchaffenheit, wie das Pendel des Fundamentalelektrometers, weil ſie dieſem müſſen ſubſtituirt werden können, und die Kugeln ſind von verſchiedener Größe und von verſchiedener Subſtanz. An dem erſtern Mikrometer iſt die Kugel von Hollundermark, im Durchmeſſer von $4\frac{3}{4}$ Linien, und hat ſtatt eines Strohhalms ein Hälmchen von Heu. Auch iſt das Glasſtäbchen zum Gegengewicht dünner und kürzer als beym Fundamentalelektrometer, und hat am Ende ſtatt einer auf der Drehbank abgerundeten Kugel eine kleine mit Fingern abgerundete Maſſe von Siegellack. Wenn dieß Elektrometer mit einem Fundamentalelektrometer in Verbindung iſt, ſo muß ſeine Kugel ſich auf 40 Grad erheben, wenn die andere ſich auf 4 Grad erhebt; dadurch werden die Grade des erſten Mikrometers Zehntheile von denen des Fundamentalelektrometers ſeyn. Das zweyte Mikrometer iſt dem erſten völlig ähnlich, nur in Anſehung der Abmeſſungen verſchieden. Die Kugel iſt ebenfalls von Hollundermark, im Durchmeſſer aber nur $2\frac{1}{2}$ Pariſ. Linien. Das Hälmchen Heu, welches ſie trägt, iſt ſehr dünn; die Röhre zum Aufhängen ſehr leicht, und das Gegengewicht dem Gange, welchen dieſe kleine Kugel haben muß, proportionirt. Das Pendel deſſelben wird durch ſein Gegengewicht ſo juſtirt, daß es 40 Grad anzeigt, wenn das Fundamentalelektrometer 4 Grad zeigt. Auf dieſe Weiſe werden ſeine immer auf derſelben Skale angezeigten Grade Hunderttheile von denen des

Fundamentalelektrometers. Weil dieſe beyden Mikrometer ſehr kleine Kugeln haben, ſo muß die unbewegliche Kugel (fig. 9.) m an ſelbige ſo nahe gedrückt werden, daß ſie dieſe in der vertikalen Lage berührt.

Dieß iſt das Weſentlichſte, was de Lüc über die Einrichtung ſeines Elektrometers angeführt hat. Weil hier alles vom Gewicht und Maß abhängt, ſo iſt dieſes Werkzeug vergleichbar, und es iſt wegen des ihm beygefügten elektriſchen Megameters und Mikrometers auf jeden Grad der Elektriſirung anwendbar.

Ueber die beſte Einrichtung der Elektrometer hat Volta [a]) verſchiedene Bemerkungen gemacht. Um geringe Grade der Elektricität und beſonders der Luftelektricität zu beobachten, thut er den Vorſchlag, ſtatt der gewöhnlichen Metalldräthe mit Kork- oder Hollundermarkkügelchen lieber Strohhalme $\frac{1}{4}$ Linie dick ohne Kugeln zu gebrauchen. Man hängt dieſe in leicht beweglichen Ringen nahe an einander in vierſeitigen gläſernen Flaſchen auf, deren Seitenflächen mit Papierſtreifchen verſehen werden, auf welchen ſich Skalen befinden, um das Auseinandergehen der Halme zu meſſen. Weil dieſe Halme eine größere Oberfläche als dünne Metalldräthe mit Kügelchen beſitzen, ſo ſtoßen ſie ſich auch weit ſtärker als dieſe ab. Daß aber die elektriſche Materie aus den Spitzen ausſtrömen möchte, iſt nicht zu befürchten, wenn man dieß Elektrometer nur zu ſchwachen Graden der Elektricität gebraucht.

Wenn zu dergleichen Flaſchenelektrometern gleich lange Halme genommen werden, ſo ſieht man leicht, daß eine geringe Differenz in Anſehung ihres Umfangs und

a) Meteorologiſche Briefe. Aus dem Italiän. überſ. mit Anmerk. des Herausgeb. B. I. Leipz. 1793. 8.

und Gewichts nur einen nichts bedeutenden Unterſchied in ihrer Divergenz hervorbringe. Es können alſo ſolche Elektrometer vergleichbar gemacht werden, wenn man nur gleiche Längen und einerley Maß für die Grade der Skale annimmt. Volta nimmt die Länge von 3 Franzöſ. Zollen und für den Grad der Skale $\frac{1}{2}$ Linie. Kürzere Halme geben eine kleinere Anzahl von Graden an.

Stärkere Grade der Elektricität zu meſſen, findet Volta das Henlyſche Quadrantenelektrometer am brauchbarſten, weil es wenigſtens von 10 bis 40° Comparabilität und Gleichheit der Grade verſtatte. Um einen gewiſſen Grad dieſes Werkzeugs als Fundamentalgrad feſtzuſetzen, ſchlägt er vor, die Kraft, womit eine Scheibe von einer leitenden Fläche bey einem gegebenen Grade des Elektrometers in einem gegebenen Abſtande angezogen wird, durchs Gewicht zu beſtimmen. Die Verſuche haben ihn gelehrt, daß ſich die Stärke dieſer Anziehung, bey gleichem Abſtande, wie das Quadrat des Grades der Ladung verhält.

Auch ſind verſchiedene Vorrichtungen von derjenigen Art von Elektrometern, welche zur Abſicht haben, die Stärke der elektriſchen Funken und der Erſchütterungen zu meſſen, oder doch wenigſtens Funken und Schläge von einer gewiſſen beſtimmten Stärke hervor zu bringen, angegeben worden.

Adams [b]) führt ein ſolches Elektrometer von Townſhend an. Auf einer elfenbeinernen Platte ſteht ein locker geſtellter elfenbeinerner Kegel. Aus einer

b) Verſuch über die Elektricität. S. 28.

einer runden Scheibe, welche ſich frey um zwey Spitzen drehen kann, geht ein hölzerner Arm hervor, der auf dem Kegel aufliegt. Man läßt einen Schlag unter dem Kegel durchgehen, der ihn nebſt dem hölzernen Arme in die Höhe wirft. Dadurch dreht ſich die Scheibe, und ein unbeweglicher Zeiger zeigt, wie weit ſie ſich gedreht hat. Daraus ſoll ſich die Stärke des Schlags erkennen laſſen.

Ein anderes von **Brooke** angegebenes Elektrometer, unter einer etwas abgeänderten Geſtalt, beſchreibt ebenfalls **Adams** c). Es wird nämlich auf eine mechaniſche Art verſucht, wie weit ein Schieber, welcher an einem kupfernen Arme, am Ende mit einer Kugel, beweglich iſt, verſchoben werden müſſe, wenn er den Arm beſtändig horizontal erhalten ſoll, indem ein Gegengewicht, welches den Arm zu heben trachtet, immer mit 1 Gran vermehrt wird. Hieraus entſteht eine Theilung, bey welcher ein jeder Theil 1 Gran Kraft mehr anzeigt. Hierauf bringt man einen gleich großen Arm mit einer angehängten Kugel, wie ein Cantonſches Elektrometer, an eine getheilte Scheibe, und bringt beyde Inſtrumente mit einer Ladungsflaſche oder dem erſten Leiter in Verbindung. Das eine zeigt die Grane der abſtoßenden Kraft durch den Grad der Theilung, auf welchen ſich der Schieber ſtellt, das andere aber die correſpondirenden Grade der getheilten Scheibe. Auf dieſe Weiſe läßt ſich eine Tabelle darüber verfertigen, wie viel Gran der Zurückſtoßung ein jeder Grad anzeigt. Man hat alsdann nur nöthig, bey den Verſuchen das letzte Inſtrument zu brauchen, um zu beſtimmen, wie groß die zurückſtoßende

c) Verſuch über die Elektricität. S. 221.

ſtoßende Kraft iſt, verſtärkte Grade der Elektricität hervorzubringen.

Auch Cuthbertſon [d]) hat einige Elektrometer beſchrieben, um die beſtimmten Grade der Elektricität zu beſtimmen.

Lichtenberg [e]) gibt ebenfalls von einem Elektrometer des Hrn. Barbaroux eine Beſchreibung. Eine 12 Zoll lange und 16 Linien weite Glasröhre iſt durch eingeſchnittene Striche in Zolle und Linien getheilt. Durch ihre beyden luftdicht mit Leder verſchloſſenen Enden gehen zwey Dräthe mit Haken; jeder hat am innern Ende eine fein polirte meſſingene, genau in die Glasröhre einpaſſende Scheibe. Zur Meſſung einer elektriſchen Ladung ſoll man die beyden Dräthe in die leitende Verbindung bringen, und ſo weit zuſammenſchieben, bis die Entladung erfolgt, da dann die Abtheilungen zeigen, wie weit die Scheiben auseinander ſtehen.

Volta hat den elektriſchen Apparat durch die Erfindung ſeines Condenſators der Elektricität vermehrt [f]). Dieſe ſehr einfache Vorrichtung, wodurch man die allerſchwächſten Grade der Elektricität bemerkbar machen kann, hat Veranlaſſung zu ſehr vielen merkwürdigen Entdeckungen in der Lehre der Elektri-

d) Abhandlung von der Elektricität; a. d. Holländ. Leipz. 1786. S. 25.

e) Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſch. B. III. St. 1. S. 113.

f) Philoſoph. Transact. Vol. LXXII. P. I. und *Rozier* Journal de phyſ. May, Juill., Aout. 1783. Leipziger Sammlungen zur Phyſik und Naturgeſch. B. III. St. 2.

Elektricität gegeben, und beſonders über die Theorie der elektriſchen Wirkungskreiſe ſehr großes Licht verbreitet.

Dieſer Condenſator beſteht aus zwey Haupttheilen:

1. Aus einer Platte von einer halbleitenden, oder ſchlechtleitenden Materie.

2. Aus einem Deckel oder Teller, welcher wie der Deckel des Elektrophors mittelſt ſeidener Schnüre oder eines gläſernen Handgriffs aufgehoben und niedergelaſſen werden kann.

Zu der Platte des Condenſators dienen nach Volta am beſten die unvollkommenen Leiter, welche ſich der Natur der elektriſchen Körper nähern, ohne doch völlig elektriſche Körper zu ſeyn. Vorzüglich gehören dahin trockene und reine Marmor- und Alabaſterplatten, Agat, Chalcedon, Elfenbein, mit Leinöl getränktes trockenes Holz, oder dergleichen mit dünnem Firniß oder Siegellack überzogene u. ſ. f. halbleitende Materien. Dieſe Platte darf nicht iſolirt werden, ſondern muß mit der Erde in Verbindung ſtehen. Man kann ſogar vollkommen elektriſche Körper dazu gebrauchen, wofern ſie nur dünn ſind, und mit der Erde in Verbindung ſtehen. Daher thut eine dünne Luftſchicht, oder ein geringer Abſtand des iſolirten Deckels von einer leitenden ebenen Fläche eben dieſelben Dienſte; auch läßt ſich ſtatt der untern Platte ein mit Siegellack dünn überzogenes Blech, ja ſogar der Harzkuchen eines Elektrophors gebrauchen, wofern er nur nicht allzudick iſt, ingleichen mit Siegellack, Firniß oder Wachsleinwand überzogenes Holz, Oelfarbengemählde, Sammet und ſeidene Stoffe über Mauern, Tiſche u. dergl. gezogen, camelhaarne und

ſehr trockene wollene Zeuge. Nur müſſen bey feuchter Witterung die meiſten dieſer Subſtanzen erwärmt werden.

Der Deckel oder Teller des Condenſators iſt dem des Elektrophors vollkommen gleich. Er muß eben, auch ohne Ecken und Schärfen ſeyn, aber vollkommen genau an die Platte des Condenſators anſchließen. Man kann ſich auch einer bloßen Metallplatte bedienen, welche an der untern Seite mit Taffet glatt überzogen iſt, und an der andern Seite ſeidene Schnüre hat. Dieſe gebraucht man alsdann, ohne eine untere Platte nöthig zu haben, wenn man ſelbige auf einen Tiſch, Stuhl, Buch u. ſ. f. legt.

Die Eigenſchaften des Condenſators ſind, daß der auf der nichtiſolirten halbleitenden Baſis ſtehende Deckel

1. alle ihm vorher mitgetheilte Elektricität weit feſter an ſich hält, als wenn er völlig iſolirt wäre,

2. daß er in dieſem Zuſtande weit mehr neue Elektricität, und dieß mit weit größerer Leichtigkeit, anzunehmen fähig wird,

kurz, daß ſowohl ſeine Tenacität, als ſeine Capacität ungemein verſtärkt wird.

In Abſicht auf die Tenacität bemerkt Volta, daß die Elektricität des Deckels, die ſich, wenn er vollkommen iſolirt wäre, in wenig Minuten zerſtreuen würde, auf der Platte des Condenſators ſich wohl mehrere Stunden lang erhalte, ja ſogar der Berührung mit Leitern widerſtehe. Er konnte an den elektriſirten Teller ſeines Condenſators den Finger oder ein Metallſtäbchen 30 Sekunden lang halten, oder mit einem Schlüſſel 50 bis 60 mal darauf ſchlagen, ohne ihm

ihm dadurch die ganze Elektricität zu entziehen; der Deckel gab vielmehr nach dem Aufziehen noch einen beträchtlichen Funken. Da gewöhnlich die Iſolirung als das einzige Mittel angegeben wird, die dem Körper mitgetheilte Elektricität eine Zeitlang zu behalten, ſo ſcheint es hier ſehr auffallend, daß ſogar die Beybehaltung der Elektricität des Deckels deſto größer ſey, je unvollkommener das Iſoliren der Baſis iſt. Allein dieß anſcheinend Widerſprechende läßt ſich ſehr leicht erklären, wie aus dem folgenden erhellen wird.

In Anſehung der Capacität kann der auf die Baſis gelegte Deckel durch den Conductor einer Elektriſirmaſchine, oder durch den geladenen Deckel eines Elektrophors, oder durch eine geladene leidner Flaſche u. ſ. f. noch mehr Elektricität als ſonſt aufnehmen. So lange er auf der Baſis liegt, zeigt er zwar keine, oder wenigſtens ſehr geringe Elektricität, ſobald er aber davon weggenommen wird, ſo zeigt ſie ſich beträchtlich ſtark. Weil alſo der Deckel durch ſehr ſchwache, zugeführte Elektricität ſehr ſtark elektriſirt werden kann, ſo laſſen ſich auch ſehr geringe Grade der Elektricität dadurch bemerkbar machen. Dieß hat eben Volta'n veranlaßt, dieſem Werkzeuge den Namen: Condenſator der Elektricität beyzulegen.

Auf die Entdeckung dieſes Werkzeugs kam Volta durch die Unterſuchung der Capacität der Leiter. Er bemerkt, daß leitende Körper von einerley Geſtalt eine größere oder geringere Menge elektriſcher Materie enthalten, je nachdem homologe Atmoſphären auf ihre Oberfläche mehr oder minder Einfluß haben; und daß die Capacität eines Leiters, deſſen Geſtalt und Oberfläche unverändert bleiben, zunimmt, wenn er nicht

nicht völlig iſolirt, ſondern einem andern nicht iſolirten Leiter genähert wird. Dieſes Zunehmen fällt noch mehr in die Augen, wenn die Oberflächen jener Leiter größer ſind, und näher an einander kommen. Einen iſolirten Leiter, den man einem andern Leiter genähert hat, nennt Volta einen verbundenen Leiter. Die Verſtärkung der Capacität eines Leiters läßt ſich durch folgenden Verſuch zeigen: man nehme den metallenen Teller des Elektrophors, halte ihn bey ſeinem iſolirenden Handgriff in die Luft, und elektriſire ihn ſo ſtark, daß der Zeiger des mit ihm verbundenen Elektrometers auf 60° ſteige. Hierauf laſſe man dieſen Teller nach und nach herunter, nach einen Tiſch oder einen andern leitenden Körper von ebener Fläche. Hier wird man bemerken, daß der Zeiger des Elektrometers nach und nach von 60° auf 50°, 40°, 30° u. ſ. fallen wird. Ohnerachtet dieſer Erſcheinung aber wird die Menge der elektriſchen Materie im Teller immer die nämliche bleiben, man müßte denn den Teller dem Tiſche ſo nahe bringen, daß die Elektricität von dem erſtern in den letztern überginge; wenigſtens wird die Menge der elektriſchen Materie in ſo fern die nämliche bleiben, in wie fern dieß die Feuchtigkeit der Luft u. ſ. w. zuläßt. Das Abnehmen der Intenſität rührt alſo von der verſtärkten Capacität des Tellers her, welcher nun verbunden, d. i. gegen eine andere leitende Subſtanz gebracht iſt. Um ſich hiervon zu überzeugen, entferne man allmählig den metallenen Teller vom Tiſche, und man wird das Elektrometer wieder auf ſeine vorige Höhe, nämlich auf 60° ſteigen ſehen, die verlorne Menge elektriſcher Materie abgerechnet, welche während dem Verſuche in die Luft übergegangen ſeyn kann.

Die

Die Urſache dieſer Erſcheinung läßt ſich aus der Wirkung der elektriſchen Atmoſphären leicht erklären. Die Atmoſphäre des metallenen Tellers wirkt auf den Tiſch, oder einen andern Leiter, den man ihm nähert, ſo, daß ſich die natürliche Elektricität des Tiſches in die entfernten Theile deſſelben zurückzieht, ihre Menge folglich in den Theilen, welche dem metallenen Teller entgegen ſtehen, abnimmt, und dieß Abnehmen größer wird, je mehr man den elektriſirten Teller dem Tiſche nähert. Iſt der metallene Teller elektriſirt, ſo müſſen entgegengeſetzte Wirkungen eintreten. Mit einem Worte, die Theile, welche in den Wirkungskreis des elektriſirten metallenen Tellers gebracht werden, nehmen die entgegengeſetzte Elektricität an, und dieſe zufällige Elektricität, die mit der wirklichen Elektricität gewiſſer Maßen im Gleichgewicht ſteht, verliert etwas von ihrer Intenſität, wie dieß das Sinken des Elektrometers zeigt.

Noch mehr Licht über die elektriſchen Wirkungskreiſe verbreiten folgende beyden Verſuche: 1. Man bringe zwey flache leitende Körper, die beyde entweder poſitiv oder negativ elektriſirt ſind, gegen einander, und nach und nach immer näher. Hier wird man durch zwey mit ihnen verbundene Elektrometer ſehen, daß ihre Intenſität um deſto mehr zunimmt, je näher ſie einander kommen. Daraus ſieht man, daß der eine von den zwey verbundenen Leitern jetzt eine weit geringere Capacität hat, als wenn er allein iſolirt war, oder der andere auf ihn keinen Einfluß hatte. Mit Hülfe dieſes Verſuchs läßt ſich auch die Urſache erklären, warum ein elektriſirter Leiter einen größern Grad der Intenſität zeigt, wenn er auf ein kleineres Volumen zurückgebracht iſt, ferner, warum ein lang ausgedehn-

gedehnter einen mindern Grad der Intenſität zeigt, als ein mehr compacter, angenommen, daß die Größe der Oberfläche und die Menge der Elektricität in beyden gleich iſt. Denn die homologen Atmoſphären ihrer Theile ſind einander in dem erſten Falle mehr im Wege, als in dem leztern. 2. Man ändere den erſten Verſuch bloß darin, daß man den einen flachen Leiter poſitiv, den andern negativ elektriſirt. Hier werden ſich gerade umgekehrte Wirkungen zeigen, nämlich die Intenſität ihrer Elektricitäten wird abnehmen, weil ihre Capacität zugenommen hat, je näher die Leiter an einander kommen.

Nähert man alſo eine elektriſirte Metallplatte einer uniſolirten leitenden Fläche, ſo nimmt dieſe durch die Nähe der erſtern die entgegengeſezte Elektricität an, und es folgt, daß die Intenſität der Elektricität der Metallplatte abnehmen, ihre Capacität aber in dem nämlichen Verhältniſſe zunehmen muß. Mithin kann in dieſem Falle die Metallplatte eine größere Menge Elektricität annehmen.

Dieſe Eigenſchaft läßt ſich noch deutlicher wahrnehmen, wenn man die leitende Fläche iſolirt, während die elektriſirte Platte ihr ſehr nahe iſt, und ſie nachher beyde von einander trennt. Denn hier wird man beyde, die Metallplatte ſowohl, als die leitende Fläche, elektriſch finden, aber entgegengeſezt, wie ſich dieß durch Elektrometer unterſuchen läßt.

Iſolirt man die untere Fläche zuerſt, und hält dann die elektriſirte Platte darüber, ſo wird die leztere in der erſtern ein Beſtreben, die entgegengeſezte Elektricität anzunehmen, hervorbringen, welches jedoch das Iſoliren verhindert. Daher hat die Intenſität der Elektri-

Elektricität der Platte nicht abgenommen, wenigſtens wird das Elektrometer nur ſehr wenig und faſt unmerklich ſinken, welches von dem vollkommenen Iſoliren der untern Fläche, und von der geringen Abnahme und Condenſirung der elektriſchen Materie, welche in verſchiedenen Theilen der untern Fläche Platz ergreifen muß, herrührt. Berührt man aber in dieſer Lage die untere Fläche, als wollte man das Iſoliren für einen Augenblick aufheben, ſo wird ſie augenblicklich die entgegengeſetzte Elektricität annehmen, und die Intenſität in der Metallplatte wird geringer werden.

Wäre die untere Fläche nicht iſolirt, ſondern ein ſelbſt nichtleitender Körper, ſo würden ſich die nämlichen Erſcheinungen zeigen, nämlich, die Intenſität der darauf gelegten elektriſirten Metallplatte würde nicht vermindert werden. Dieß iſt jedoch nicht immer der Fall. Denn iſt die untere nichtleitende Fläche ſehr dünn, und liegt ſie auf einem Leiter, ſo wird die Intenſität der elektriſirten Metallplatte abnehmen, ihre Capacität aber, da ſie auf dem dünnern iſolirten Stratum liegt, zunehmen. In dieſem Falle nimmt die leitende Subſtanz, die ſich unter dem nichtleitenden Stratum befindet, die entgegengeſetzte Elektricität der Metallplatte an, ihre Intenſität wird folglich geringer u. ſ. f., und das iſolirende Stratum ſchwächt bloß die gegenſeitige Wirkung der beyden Atmoſphären, mehr oder weniger, je nachdem ſie ſie mehr oder weniger von einander hält.

Die Intenſität der Metallplatte, welche allmählich abnimmt, je näher dieſe einer leitenden nicht iſolirten Fläche gekommen iſt, hört faſt ganz auf, ſobald die Platte die untere Fläche berührt; denn nun

findet

findet faſt ein vollkommenes Gleichgewicht ſtatt. Leiſtet alſo die untere Fläche dem Uebergange der Elektricität nur einen geringen Widerſtand, ſo kann dieſer und der Zwiſchenraum, welcher ſich zwiſchen den beyden Flächen befindet, wenn er gleich unbedeutend iſt, nicht durch die ſchwache Intenſität der Elektricität der Metallplatte überwältigt werden. Daher wird dieſe auch auf die untere keine Funken ſchlagen, ſondern eher ihre Elektricität zurückhalten; das Elektrometer auch ſeinen vorigen Stand wieder einnehmen, wenn man jene von der untern Platte entfernt hat. Die elektriſirte Platte kann auch die unvollkommen leitende Platte ſo eben berühren, und einige Zeit in dieſer Lage bleiben; in dieſem Falle iſt die Intenſität ſehr gering, die Elektricität geht folglich nur ſehr langſam in die untere Fläche über.

Anders iſt es, wenn man bey Anſtellung dieſes Verſuchs die elektriſirte Metallplatte die unterſte Fläche an der Seite berühren läßt. Da hier ihre Intenſität größer iſt, als wenn ſie flach liegt, welches man durch das Elektrometer leicht bemerken kann, ſo überwältigt die Elektricität leicht den ſchwachen Widerſtand, und geht in die untere Fläche, auch über eine dünne elektriſche Schicht hinweg, über. Denn die Elektricität der einen Fläche hält der Elektricität in der andern das Gleichgewicht, bloß im Verhältniß zu der Quantität der Oberfläche, welche ſie ſich einander in einer gegebenen Entfernung darbieten. Daher zerſtreuet ſich die Elektricität der Metallplatte nicht, wenn ſie die andere Fläche in allen Punkten vollkommen berührt.

Mit Hülfe dieſer Erklärung läßt ſich auch die Wirkung der Spitzen leicht verſtehen. Bringt man

 einen

einen ſpitzigen, nicht iſolirten Leiter gegen einen elektriſchen Körper, ſo beſitzt er eigentlich nicht die Eigenſchaft, Elektricität an ſich zu ziehen. Er wirkt bloß wie ein nicht iſolirter Leiter, der dem Uebergange der elektriſchen Materie keinen Widerſtand leiſtet. Wäre eben dieſer Leiter nicht ſpitzig, ſondern hätte er eine runde oder platte Fläche, die man dem elektriſchen Körper entgegenhalten könnte, ſo würde er, auch in dieſem Falle, dem Uebergange der elektriſchen Materie keinen größern Widerſtand leiſten. Die Urſache aber, warum die elektriſche Materie nicht ganz ſo leicht aus dem elektriſirten Körper in den kugelförmigen oder flachen Leiter übergeht, als in den ſpitzigen, liegt darin, weil in dem erſten Falle die Intenſität der Elektricität in dem elektriſirten Körper durch die dagegen gehaltene ebene Fläche geſchwächt wird; denn dieſe nimmt die entgegengeſetzte Elektricität an, hält folglich der verringerten Intenſität weit mehr das Gleichgewicht, als dieß eine Spitze zu thun vermag. Hieraus ſieht man alſo, daß dieß nicht eine beſondere Eigenſchaft einer Spitze oder ebenen Fläche iſt, ſondern von dem verſchiedenen Zuſtande des elektriſirten Körpers herrührt, der ſeine Elektricität leichter und in einer größern Entfernung fahren läßt, wenn man ihm eine ſpitzige leitende Subſtanz, als eine flache, abgerundete entgegen hält.

Es ſcheint paradox, daß eine elektriſirte Platte, wenn ſie auf einer unvollkommen leitenden Fläche ſteht, hierbey nicht alle Elektricität verliert, auch nicht, wenn man ſie mit dem Finger oder einem Stück Metall berührt; vielmehr gemeiniglich ſo ſtark elektriſirt bleibt, daß ſie, wenn man ſie nachher von der Fläche aufhebt, öfters einen kleinen Funken gibt, oder doch wenigſtens ein

ein Elektrometer afficirt. Dieß Phänomen ließe ſich wirklich nicht erklären, wenn man annehmen wollte, daß der Finger oder die Metalle vollkommene Leiter wären. Allein bis jetzt kennen wir noch keinen vollkommenen Leiter, und die Metalle oder der Finger leiſten hier hinlänglichen Widerſtand, das unmittelbare Zerſtreuen der Elektricität des Tellers, die in dieſem Falle nur einen ſehr geringen Grad der Intenſität oder Beſtreben ſich auszudehnen beſitzt, zu verhindern. Wenn man nämlich z. B. annehmen wollte, daß das Stück Metall, oder der Finger, bey Berührung des Tellers, ihm ſo viel von ſeiner Elektricität entzöge, daß die Intenſität des übrigen nun noch den funfzigſten Theil eines Grades ausmachte, ſo würde dieſe übrigbleibende Elektricität faſt nichts mehr betragen; würde nun aber die Capacität des Tellers durch ſeine Entfernung von der untern Fläche ſo ſehr vermindert, daß die Intenſität ſeiner Elektricität hundertmal größer wäre, ſo würde die Intenſität der zurückgebliebenen Elektricität zwey Grade betragen, mithin hinreichend ſeyn, einen Funken zu geben, oder auf ein Elektrometer zu wirken.

Was nun die Wirkungen betrifft, welche ſich ereignen, wenn man der auf einer unvollkommen leitenden Fläche ſtehenden Metallplatte Elektricität mittheilt, ſo ergibt ſich die Erklärung von ſelbſt aus dem Geſagten. Man nehme z. B. an, eine Leidner Flaſche oder ein Leiter wären ſo ſchwach elektriſirt, daß die Intenſität ihrer Elektricität nur einen halben Grad, oder noch weniger betrüge. Würde nun die Metallplatte, wenn ſie auf jener Fläche ſtände, mit dieſer Flaſche oder dieſem Leiter berührt, ſo müßten nothwendig beyde ihr eine gewiſſe Menge von ihrer Elektri-

cität mittheilen, die mit der Capacität des Tellers im Verhältniß ſtände, d. i. ſo viel, als erforderlich iſt, die Intenſität der Elektricität der Platte mit der Intenſität der Elektricität in dem Leiter oder der Flaſche gleich zu machen. Die Capacität der Platte aber, die auf jener Fläche liegt, würde über hundertmal größer ſeyn, als wenn ſie ſich in der Luft iſolirt befände, oder welches einerley iſt, hundertmal mehr Elektricität erfordern, um die nämliche Intenſität zu zeigen; folglich müßte ſie in dieſem Falle aus der Flaſche oder dem Leiter über hundertmal mehr Elektricität erhalten. Hieraus folgt, daß, wenn man die Metallplatte hernach von der Fläche wegnähme, ihre Capacität bis auf den hundertſten Theil ihrer vorigen Stärke abnehmen, mithin die Intenſität ihrer Elektricität 50° betragen müßte, wenn nämlich die Elektricität in der Flaſche oder dem Leiter einen halben Grad betrüge.

Ein Leiter, den man, während er mit einem andern Leiter oder halb iſolirten Körper in völliger Berührung iſt, elektriſirt, und nachher davon trennt, zeigt gerade die Erſcheinungen, wie ein Leiter, den man, wenn er elektriſirt iſt, auf ein kleineres Volumen zurückgebracht hat, und umgekehrt.

Da eine geringe Menge Elektricität, die man einer auf einer halbleitenden Fläche ſtehenden Metallplatte mitgetheilt hat, zu bewirken im Stande iſt, daß letztere einen ſtarken Funken gibt, ſo könnte man fragen, was wohl eine größere Menge Elektricität thun möchte? Hierauf läßt ſich antworten, daß ſie nichts mehr thun würde. Denn wenn die der Metallplatte mitgetheilte Elektricität ſo ſtark iſt, daß ſie den geringen Widerſtand der untern Fläche überwältigt, ſo wird ſie ſich zerſtreuen.

Es

Es iſt leicht zu begreifen, daß, wenn die Metallplatte auf einer ſolchen Fläche von einer Leidner Flaſche oder einem großen Leiter, wenn ſie auch nur ſchwach elektriſirt ſind, eine ziemliche Menge Elektricität erhalten kann, ſie nur ein wenig von einem Leiter von geringer Capacität zu empfangen im Stande iſt. Denn dieſer Leiter kann nicht geben, was er nicht hat, er müßte denn beſtändig einen, wenn auch ſehr ſchwachen, elektriſchen Strom erhalten, wie dieß der Fall iſt bey einem atmoſphäriſchen, oder erſten Leiter einer Elektriſirmaſchine, die nur ſchwache Wirkung thut, aber immer in Bewegung iſt. Doch muß in einem ſolchen Falle eine beträchtliche Zeit vergehen, ehe die Metallplatte eine hinreichende Menge Elektricität erhalten haben wird.

Nach Vorausſchickung dieſer Sätze gibt nun Volta ſeinen bereits beſchriebenen condenſirenden Apparat der Elektricität, oder Condenſator der Elektricität an.

Cavallo [g]) brachte an dieſen Apparat noch zwey Verbeſſerungen an. Er bemerkte nämlich, daß die Platte, wenn er ſie ſtrich, um durch verſchiedene Körper, beſonders die Hand, Elektricität hervorzubringen, oft bewegt wurde, und auf dieſe Art auf der untern Fläche ein Reiben entſtand, welches ſie bisweilen ſchwach elektriſch, mithin das Reſultat des Verſuchs ungewiß machte. Daher erfand er folgende Verbeſſerung, wodurch alle Bewegung der Metallplatte verhindert wird.

Er

g) Philoſoph. Transact. Vol. LXXVIII. P. I. p. 1.

Er kittete auf einen gläſernen Griff eine meſſingene Röhre, die etwa 6 Zoll lang war, und $\frac{3}{4}$ Zoll im Durchmeſſer hatte, und von dem Ende derſelben ließ er einen ſehr dünnen etwa 14 Zoll langen Drath hervorgehen. War nun die Metallplatte auf die untere Fläche geſtellt, ſo hielt er den gläſernen Griff der meſſingenen Röhre mit ſeiner linken Hand ſo, daß das Ende des Draths die Platte berühren konnte, das übrige aber frey in der Luft blieb. Bisweilen ſteckte er auch, um eine noch beſſere Berührung zu erhalten, das Ende jenes Draths in ein Loch, das er zu dieſer Abſicht an den Rand der Platte gebohrt hatte. Nach einer ſolchen Verrichtung ſtrich er die Subſtanzen, welche er verſuchen wollte, über die meſſingene Röhre weg, und ſo ward die durch jene Subſtanzen erregte Elektricität der Metallplatte durch den Drath zugeführt, welcher, da er fein und beweglich war, der Metallplatte nicht die geringſte Bewegung mittheilte.

Eine noch leichtere Methode, dieſen Fehler zu vermeiden, hat Lichtenberg h) vorgeſchlagen. Nach ihm wählt man nämlich mit Vortheil zum Condenſator eine Luftſchicht. Man legt nämlich auf eine Metallplatte, wozu auch die äußere Seite eines jeden flachen zinnernen Tellers gebraucht werden kann, drey ſehr kleine Stückchen Glas, etwa in der Größe des Buchſtaben o, in ein beynahe gleichſeitiges Dreyeck, ſetzt den Deckel des Condenſators darauf, der ſonſt die Metallplatte nicht weiter berühren muß.

Die andere Verbeſſerung Cavallo's beſteht darin, daß man die Grade der Elektricität, welche noch ſchwächer ſind, als diejenigen, welche ſich mittelſt

h) Erxleben Anfangsgründe der Naturlehre. §. 538. 539.

telſt Volta's Condenſator wahrnehmen laſſen, bemerkbar machen kann. Cavallo hatte nämlich, ohnerachtet der großen Empfindlichkeit des Apparats von Volta, bisweilen die Elektricität, die er von einigen Körpern durch die Metallplatte erhielt, ſo ſchwach gefunden, daß ſie nicht hinlänglich auf ein Elektrometer wirkte, um ihre Beſchaffenheit oder ihr Daſeyn erforſchen zu können. Er kam daher auf den Gedanken, einen andern kleinern Condenſator mit dem erſtern zu verbinden, um die ſchwache Elektricität der großen Metallplatte zu ſammeln und bemerkbar zu machen. Er verfertigte ſich daher eine Platte, ohngefähr von der Größe eines Schillings, und verſah ſie mit einem mit Siegellack überzogenen gläſernen Handgriff. Wenn nun die große Metallplatte ſo ſchwach elektriſch zu ſeyn ſchien, daß ſie nicht merklich auf ein Elektrometer wirken konnte, ſo legte er die kleine Platte auf die untere Fläche, und berührte ſie mit dem Rande der großen Platte. Hierauf entfernte er die große Platte, hob die kleinere vermittelſt des gläſernen Handgriffs von der untern Fläche ab, und brachte ſie an ein Elektrometer. Auf dieſes wirkte ſie insgemein ſo ſtark, daß es ſo weit als möglich aus einander ging.

Auf dieſe Art erhielt er oft durch einen einzigen Schlag mit dem Zipfel eines Schnupftuches mehr Elektricität, als erforderlich war, ihre Beſchaffenheit zu unterſuchen. Er ſchlug nämlich die Metallplatte, wenn ſie auf der halbleitenden Fläche ſtand, ein mal, entfernte ſie dann, und brachte ſie an ein Elektrometer. Dieß ſchien hier nicht elektriſch zu werden. Berührte er aber die kleine Platte mit dem Rande der größern, ſo erhielt ſie genug Elektricität, um ein Elektrometer aus einander zu treiben.

Cavallo bemerkt, es ſey erſtaunend, was für eine geringe Menge Elektricität man auf dieſe Art wahrnehmen könne. Es gebe kaum einen Körper, die Metalle, oder ſolche Körper ausgenommen, die man nicht verſuchen könne, z. B. Waſſer und andere Flüſſigkeiten, der nicht einige Elektricität hervorbringe, wenn man die große Platte damit reibt oder ſchlägt, und dieſe Elektricität hernach durch Mittheilung der kleinern Platte condenſirt. Aus dieſen Verſuchen ſcheint zu folgen, daß ſich in der Natur die elektriſche Materie von einem Körper zum andern bewege. Daher gebe es kaum ein Reiben, und kaum ein Verdunſten oder Verdichten, wodurch nicht Elektricität hervorgebracht werde. Der ausgebreitete Einfluß dieſer Flüſſigkeit, oder der elektriſchen Kraft, und die bis ins Unendliche gehende Abhängigkeit der Kräfte in der Natur von einander zeigten, daß die Elektricität eine große Rolle ſpielen müſſe. Allein noch habe es dem menſchlichen Fleiße nicht gelingen wollen, jenes große Geheimniß zu enthüllen.

Volta hat mittelſt ſeines condenſirenden Apparats die merkwürdigſte Entdeckung gemacht, daß die Verdampfung des Waſſers Elektricität hervorbringe, woraus er den Urſprung der atmoſphäriſchen Elektricität ableitet. Er fand, daß geſchwinde Verdampfung des Waſſers, das bloße Verbrennen der Kohlen, und das Aufbrauſen der Eiſenfeile in verdünnter Schwefelſäure, in iſolirten Gefäßen, leztere negativ elektriſch machten. Dieſe negative Elektricität ſammelte er gemeiniglich, und machte ſie mittelſt ſeines Apparats bemerkbar. Bisweilen iſt ſie ſchon an ſich ſo ſtark, daß ſie nichts weiter als ein empfindliches Elektrometer erfordert, das mit dem iſolirten Gefäße durch einen Leiter, z. B. einen Drath, verbunden iſt.

Es

Es läßt ſich alſo mittelſt des Condenſators der allergeringſte Grad der natürlichen Elektricität ſowohl als der künſtlichen bemerkbar machen, daher auch dieſes Werkzeug den Namen Mikroelektrometer oder Mikroelektroſkop erhalten hat.

Uebrigens trägt Volta noch unter dem Namen elektriſche Paradoxen folgende Aufgaben vor, welche ſich durch den Condenſator auflöſen laſſen, ob ſie gleich ſonſt den bekannten Geſetzen der Elektricität, d. i. denjenigen, welche bloß die Mittheilung betreffen, ganz zu widerſprechen ſcheinen:

1. Zu machen, daß ein ſchlecht iſolirter Leiter die mitgetheilte Elektricität länger behalte, als ein vollkommen iſolirter.

2. In einem ſchlecht iſolirten Leiter mehr Elektricität anzuhäufen, als er im Zuſtande der vollkommenen Iſolirung anzunehmen fähig iſt.

3. Zu machen, daß ein elektriſirter Leiter ſeine Elektricität nicht ganz verliere, wenn man ihn gleich zu wiederholten malen mit dem Finger oder mit einem Metall berührt.

4. Zu machen, daß ſich die Elektricität eines Leiters nicht ganz zerſtreuet, wenn man gleich den Finger 30 Sekunden lang daran läßt.

5. Bey einer Elektriſirmaſchine, deren Conduktor ſchlecht iſolirt iſt, die Elektricität in einem zweyten ſchlecht iſolirten Leiter anzuhäufen.

6. Eben dieß zu bewirken, wenn die Schwäche der Elektricität von der ſchlechten Beſchaffenheit der Maſchine herrührt.

7. Aus einer bereits entladenen Flaſche in einen ſchlecht iſolirten Conduktor ſo viel Elektricität zu bringen, daß er hundert und mehrere ſtarke Funken gibt.

8. Durch Reiben der Metalle an Leitern Elektricität zu erregen.

Zuletzt glaubt Volta noch, daß hieraus deutlich erhelle, daß die Elektricität eine Wirkung in die Ferne ausübe, weil ſie von dem elektriſirten Körper aus auf einen andern unelektriſirten auf eine ziemlich große Entfernung wirke, ohne daß von jenem Körper in dieſen etwas reelles übergehe, indem in jenem die Elektricität unvermindert und ganz zurückbleibe, und ſich nur ihre Spannung oder Intenſität ändere.

Weil der Deckel des Condenſators, ſo lange er auf der halbleitenden Platte ſteht, nicht allein in Anſehung ſeiner Capacität, ſondern auch der Tenacität beträchtlich zunimmt, ſo heißt auch der Condenſator in dieſer Rückſicht Conſervator der Elektricität.

Bennet[i]) beſchreibt eine vortheilhafte Einrichtung, ſein ohnedieß ſehr empfindliches Elektrometer noch mit einem Conſervator zu verbinden, um hiermit die allerſchwächſten Grade der Elektricität bemerkbar zu machen. Es wird nämlich der Deckel des Elektrometers eben abgeſchliffen, um ein kleines ebenfalls abgeſchliffenes und überfirnißtes Marmorplättchen darauf zu legen, damit es allenthalben anſchließt. Dieſes Marmorplättchen hat an der Seite einen gläſernen Hand-

i) Philoſoph. Transact. Vol. LXXVII. P. I. p. 52. deutſch. Zuſatz zu der Beſchreibung eines neuen Elektrometers, von A. Bennet, in den Leipzig. Samml. zur Phyſik. B. IV. S. 427.

Handgriff, und auf dieſem liegt ein kleines Metallplättchen, welches ebenfalls einen iſolirten Handgriff hat. Wenn nun dem metallenen Deckel des Elektrometers ein geringer Grad von Elektricität zugeführt wird, indem man das Marmorplättchen mit dem Finger berührt, ſo iſt der einfache Condenſator geladen, und die Elektricität, wenn ſie ſtark genug iſt, wird an den Goldſtreifen bemerkbar werden, ſobald man das Marmorplättchen an dem iſolirten Handgriffe in die Höhe hebt. Wäre ſie aber noch nicht ſichtbar, ſo darf man nur das Metallplättchen, indem man das Marmorplättchen in die Höhe hebt, mit dem Finger berühren, das Metallplättchen alsdann mittelſt des iſolirten Handgriffs abnehmen, und das Marmorplättchen auf den metallenen Deckel des Elektrometers halten, ſo werden die Goldſtreifen, wenn nicht etwa die Elektricität noch zu ſchwach wäre, aus einander gehen, und ſo eben dieſelbe Elektricität, welche dem Deckel mitgetheilt worden, anzeigen. Durch dieſe Vorrichtung hat alſo Bennet den größern und kleinern Condenſator zugleich mit ſeinem Elektrometer verbunden.

Um die Elektricität bey der Verdampfung zu unterſuchen, bedient ſich Bennet einer thönernen Tabackspfeife. Er erhitzt nämlich die Spitze derſelben, ſchüttet in den Kopf Waſſer, und läßt daſſelbe durch den erhitzten Theil laufen, wo es ſogleich in Dampf aufgelößt wird. Steht nun der Deckel des Elektrometers nahe dabey, ſo zeigen die Goldſtreifen die Elektricität an.

Noch hat Cavallo [k]) einige Bemerkungen und Verſuche über die durch Verdampfung hervorgebrachte Elektri-

k) Vollſtänd. Abhandl. der Lehre von der Elektricität. Leipz. 1797. 8. B. II. S. 159.

Elektricität angegeben. Zuförderſt führt er an: es ſcheine uns dieſe Entdeckung auf ein allgemeines Naturgeſetz zu führen, nämlich, daß die Capacität des Waſſers und anderer Flüſſigkeiten, elektriſche Materie zu halten, zunehme, wenn man ſie in elaſtiſche Dämpfe auflöſe, hingegen geringer werde, wenn man ihnen ihre erſte flüſſige Geſtalt wieder gebe. In dem erſten Falle alſo würden ſie außer ihrer natürlichen noch etwas mehr Elektricität aufnehmen, mithin die Körper, mit denen ſie etwa in Berührung kommen möchten, in einem negativen Zuſtande verlaſſen; in dem zweyten Falle hingegen etwas von ihrer natürlichen Elektricität abgeben, folglich würden die Körper, die ſie etwa berühren möchten, in einen poſitiven Zuſtand verſetzt werden.

Die Reſultate von allen Verſuchen, die man einige Jahre nach jener Entdeckung über die Verdampfung angeſtellt habe, ließen ſich ſehr gut mit dem vorhin angeführten allgemeinen Naturgeſetze vereinigen; doch habe man zwey merkwürdige Ausnahmen entdeckt, welche nicht nur jenem Geſetze gerade zu widerſprächen, ſondern auch hauptſächlich eine weit innigere Verbindung der elektriſchen Materie mit andern Körpern zu beweiſen ſchienen.

Die erſte Ausnahme wurde im Jahre 1792 von dem Hrn. Joſ. Gardini [1]), Prof. zu Mantua, bekannt gemacht. Dieſer hatte nämlich bemerkt, wenn er Waſſer auf einem rothglühenden roſtigen Eiſen verdampfen ließ, daß das Eiſen poſitiv elektriſch wurde; ſtellte er hingegen den Verſuch mit einem reinen Stück Eiſen an, ſo zeigte es ſich nachher negativ elektriſch.

Als

1) Diſſ. de electrici ignis natura. Mantuae 1792. 4. p. 124.

Als Cavallo dieſen Verſuch wiederholen wollte, entſprach das Reſultat deſſelben ſeiner Erwartung keinesweges; denn die Elektricität, welche er erhielt, war negativ, nicht poſitiv. Als er jedoch bemerkte, daß bisweilen keine merkliche Elektricität erregt wurde, wenn gleich die Verdampfung ſchnell und gut erfolgt war, ſo kam er auf die Vermuthung, das Eiſen, deſſen er ſich bedient hatte, möchte vielleicht nicht hinlänglich mit Roſt bedeckt geweſen, und auf dieſe Weiſe zweyerley Elektricität, nämlich negative an dem reinen, und poſitive an dem roſtigen Theile des Eiſens hervorgebracht worden ſeyn, welche beyde Elektricitäten ſich das Gleichgewicht halten könnten, mithin das Eiſen unelektriſch bleiben würde. Er wiederholte alſo dieſen Verſuch mehrere mal, wobey er bald das glühende Eiſen in iſolirtes Waſſer warf, bald Waſſer auf das glühende und iſolirte Eiſen goß, und fand auf dieſe Art ſeine Vermuthung wirklich gegründet.

Zu dem Ende nahm er einige eiſerne Nägel, welche mit einer dicken Kruſte von Roſt überzogen waren, und er erhielt damit poſitive Elektricität, wie Gardini behauptet hatte. War dagegen das Eiſen rein ohne Roſt, ſo bekam er negative Elektricität. War endlich das Eiſen nur halb verroſtet, ſo fand entweder nur eine geringe, oder gar keine Elektricität ſtatt.

Die andere Ausnahme entdeckte Cavallo von ohngefähr an rothglühendem Glaſe. Als er nämlich bemerkte, daß die Elektricität, welche er durch die Verdampfung des Waſſers auf verſchiedenen Körpern hervorbrachte, dem Grade nach verſchieden war, ließ er ſich dadurch bewegen, die Verſuche mit möglichſter

ſter Mannigfaltigkeit zu wiederholen, damit er, wo möglich, auf dieſe Art die Urſache auffinden könnte, weßhalb jene Wirkungen, wenn auch die Verdampfung eben ſo ſchnell und ſtark zu erfolgen ſchien, ſo verſchieden ausfielen. Unter mehrern Subſtanzen verſuchte er Glas, und fand, daß dieß insgemein wenig, oder gar keine Elektricität hervorbrachte. Bisweilen goß er das Waſſer aufs heiße Glas, gemeiniglich aber ließ er das heiße Glas in iſolirtes Waſſer fallen, welches in einer zinnernen Schale befindlich war. Deſſenungeachtet fand er, daß die Verſchiedenheit der Wirkung nicht von jenen zwey verſchiedenen Verfahrungsarten abhing. Als er dieſen Verſuch ſehr oft wiederholt hatte, ſah er endlich ein, daß die Wirkung ganz von der Beſchaffenheit des Glaſes abhing. Machte er reines weißes Flintglas glühend, und ließ es ſo in das Gefäß mit Waſſer fallen, ſo ward das Gefäß poſitiv elektriſch; war das Flintglas nicht ſehr rein, ſo erhielt er durch Verdampfung gar keine Elektricität; ward endlich der Verſuch mit noch unreinerm Glaſe angeſtellt, ſo bekam er negative Elektricität.

Die Urſache von dieſen beyden Ausnahmen konnte Cavallo nicht entdecken; er bemerkt bloß, daß die Elektricität, welche ſich bey der Verdampfung zeigt, nicht allein von der Ausdehnung des Waſſers oder anderer flüſſigen Körper, und Verwandlung derſelben in elaſtiſche Dämpfe, ſondern von noch ganz andern Urſachen herrühre.

De Lüc m) ward durch mehrere Verſuche, die er mit Volta's Condenſator angeſtellt hatte, auf eine ganz

m) Neue Ideen über die Meteorologie. Th. I. §. 432.

ganz eigene Einrichtung dieſes Inſtruments geleitet. Sie iſt folgende: Ein viereckten Bret dient zur Baſis, auf welchem zwey Glasſäulen, die in hölzernen Hülſen befeſtigt ſind, ſenkrecht ſtehen; die obern Enden dieſer Glasſäulen ſind in hölzerne Parallelepipeden eingeſteckt, deren Ecken und Kanten abgerundet, und durch ein Glasſtäbchen mit einander verbunden ſind. In dieſem Geſtelle, welches einen Rahmen bildet, werden die verſchiedenen Platten mittelſt ſeidener Schnüre aufgehängt. Dieſe Platten ſind von Glas, und haben eine viereckte Form; auf beyden Seiten werden ſie überfirnißt, jedoch ſo, daß in der Mitte ein Kreis unbelegt bleibt. Gegen dieſe Platten legen ſich auf beyden Seiten zwey Scheiben an; dieſe Scheiben ſind von Meſſing, ſorgfältig an einander abgeſchliffen, und zugleich mit einem aufgeworfenen Rande verſehen. In der Mitte dieſer Scheiben iſt eine meſſingene Hülſe angelöthet, in welche ein gekrümmter gläſerner Arm gedrängt hineingeht; der kürzere Theil des gläſernen Armes, welcher in der Hülſe ſteckt, läuft horizontal, der längere Theil aber vertikal, und iſt an ſeinem Ende in eine an einem dicken Bodenſtücke befeſtigte Hülſe eingekittet; durch das Bodenſtück gehen drey meſſingene Stellſchrauben, vermittelſt welcher die Scheiben genau vertikal geſtellt, und genau an die halb- oder nicht leitenden Platten angelegt werden können. Die Stellſchrauben greifen in eine meſſingene Platte ein, die auf einem hölzernen Fuße mittelſt Schrauben feſt gemacht iſt. An dieſem hölzernen Fuße iſt unten eine ebene dicke Bleyplatte befeſtigt, welche mit einem Stücke Tuch überzogen iſt, damit ſich dieſer Apparat ſanft auf einem glatten Tiſche hinſchieben laſſe.

Wenn die Verſuche mit dieſem Condenſator gelingen ſollen, ſo kommt es vorzüglich darauf an, daß die meſſingenen Scheiben von den Platten ſo abgezogen werden, daß ſie ſich mit ihrer ganzen Fläche auf einmal davon entfernen. Würde beym Abziehen die Scheibe mit einem Theile ihres Randes noch die Platte berühren, während der übrige Theil ſchon davon entfernt wäre, ſo geht die Elektricität der Scheibe in die Platte zurück, und der Verſuch mißglückt.

Endlich gehört noch zu jeder Scheibe ein Elektrometer, welches ſo angebracht iſt: auf dem kurzen Theile des gekrümmten gläſernen Arms wird ein viereckteſ länglichtes Stückchen trockenes Holz geſchoben, welches unten mit einer ſtarken Druckſchraube verſehen iſt, und durch dieſelbe feſt an den gläſernen Arm gepreßt werden kann. Gerade der Druckſchraube gegenüber iſt ein mit Tuch ausgefüttertes Loch, in welches die Glasſäule des Elektrometers gedränge geht. Wenn nun die Scheiben genau vertikal geſtellt, und vollkommen mit einander parallel ſind, ſo wird das Stückchen Holz ſo lange auf dem gläſernen Arme der Scheibe vorwärts geſchoben, bis der Zuleiter des Elektrometers die hintere Seite der Scheibe berührt.

Der Gebrauch dieſer Vorrichtung iſt folgender: die beyden meſſingenen Scheiben werden an die halb- oder nicht leitende Platte ſo angelegt, daß ſie mit ihrer Fläche genau an ſelbige liegen; alsdann wird mit der einen Scheibe derjenige Körper, deſſen geringe Elektricität man verdichten will, und mit der andern die Hand oder irgend ein anderer leitender Körper in Berührung gebracht, hierauf werden nach einiger Zeit beyde Körper von den Scheiben entfernt, und auch beyde Scheiben von der Platte abgezogen.

In

In dieſem Augenblicke wird die Elektricität in beyden Scheiben ſich thätig erweiſen, und die Elektrometer bis auf einen gewiſſen Punkt erheben. Rückt man hiernächſt die Scheiben der Platte wieder näher, ſo ſinken die Elektrometer wieder herab, und kommen auf den Nullpunkt zurück, wenn die Scheiben die Platte völlig berühren. Dieſer Verſuch kann mehrere mal wiederholt werden, ohne daß die Elektrometer, wenn die Luft rein und trocken iſt, merklich von demjenigen Grade abweichen, auf dem ſie beym erſten Verſuche ſtanden.

Im Jahre 1787 erfand auch Bennet ein elektriſches Inſtrument, welches zur Abſicht hatte, die geringſte und ſonſt unbemerkbare Quantität der Elektricität ſo lange zu vervielfältigen, bis ſie vollkommen hinreichend iſt, auf das Elektrometer zu wirken, Funken zu geben, und überhaupt die Erſcheinungen einer beträchtlich ſtarken Elektricität hervorzubringen. Sein erſter Aufſatz davon ward im May des Jahrs 1787 in der königlichen Societät zu London verleſen, welcher nachher in dem 77ſten Bande der philoſoph. Transactionen öffentlich bekannt gemacht wurde. Es erhielt von ihm den Nahmen Elektricitätsverdoppler, Duplicator der Elektricität. Die Einrichtung dieſes Inſtruments beſteht aus drey runden meſſingenen Platten A, B, C, insgeſammt gleich groß, etwa 3 bis 4 Zoll im Durchmeſſer. Die erſte Platte A iſt polirt, und auf der obern Seite ganz dünn mit Firniß überzogen; die zweyte Platte B iſt ebenfalls polirt, und mit einem iſolirenden am Rande befeſtigten Handgriffe verſehen; die dritte Platte C endlich iſt auch polirt, auf der untern Seite überfirnißt, und beſitzt ebenfalls einen iſolirenden Handgriff,

welcher von dem Mittelpunkte der obern Seite ſenkrecht in die Höhe geht. Man gebraucht dieſe Vorrichtung auf folgende Art: Die Platte A legt man auf ein iſolirtes Geſtelle horizontal mit der überfirnißten Seite aufwärts, und die Platte B darauf. Die kleine Quantität von Elektricität, welche man vervielfachen will, theilt man der untern Seite der Platte A mit, und berührt zugleich die Scheibe B mit dem Finger. Hiernächſt hebt man die Scheibe B am iſolirten Handgriffe in die Höhe, legt die dritte Scheibe C darauf, und berührt in dieſer Lage C auf eine kurze Zeit mit dem Finger. Es iſt hieraus klar, daß, wenn der Scheibe A ein + E iſt mitgetheilt worden, die Scheibe B ein — E erhalten, und die Scheibe C ebenfalls ein + E bekommen haben muß. Jetzt entfernt man die Platten B und C durch die iſolirenden Handgriffe von einander, legt B auf A, und berührt B mit dem Finger, während man den Rand von C die untere Seite der Scheibe A berühren läßt. Dadurch wird die urſprüngliche Menge der Elektricität einmal verdoppelt. Wird nun das beſchriebene Verfahren wiederholt, indem man B von A wegnimmt, C darauf legt, und C mit dem Finger berührt, hierauf beyde Scheiben wieder von einander entfernt, B abermals auf A legt, und mit dem Finger berührt, indeß man C mit der untern Seite von A in Berührung bringen läßt, ſo wird die Menge der Elektricität noch einmal verdoppelt u. ſ. f.

Der Firniß auf den ſich berührenden Oberflächen der Scheiben dient, zu verhüten, daß ſich die polirten Metallflächen ſelbſt nicht unmittelbar berühren, in welchem Falle Mittheilung der Elektricität ſtatt finden würde, welches hier vermieden werden ſoll.

Die Vortheile dieſes Inſtruments ſchienen Cavallo'n [p]) auf den erſten Augenblick ſo einleuchtend, daß er ſich bald eins anſchaffte. Allein wenige Verſuche damit zeigten bald, daß es nicht zuverläſſig wäre, weil der Gebrauch deſſelben gemeiniglich zweydeutige Reſultate gab. Bisweilen zeigte es nach einerley Verfahren verſchiedene Elektricitäten, ein anderes mal wieder einerley Elektricität, wenn es, wegen Verſchiedenheit der urſprünglichen Mittheilung, verſchiedene Elektrlcitäten hätte anzeigen ſollen. Allein ſein noch merklicherer Fehler beſtand darin, daß es bey oft wiederholten Verſuchen gemeiniglich eben dieſelbe Elektricität beſtändig zeigte, die er ihm beym erſten Verſuche mitgetheilt hatte. Cavallo konnte keinen andern Grund davon finden, als daß die gefirnißten Flächen vielleicht ſelbſt durch die Berührung elektriſch wurden, und daß ſie einen Theil der Elektricität behielten, welche man ihnen beym erſten Verſuche mitgetheilt hatte.

Um dieſen Fehler zu vermeiden, verſuchte Cavallo folgende Verbeſſerung an dieſem Inſtrumente zu machen: er nahm drey große flache zinnerne, aber nicht gefirnißte Platten A, B, C, wovon jede in perpendikulärer Lage von einem beſondern gläſernen Geſtelle getragen wurde. Man konnte ſie entweder in einer beliebigen Entfernung gegen einander über ſtellen, ohne daß ſie ſich berührten, oder ſie auch ſich an den Seiten berühren laſſen. Mit dieſen Platten konnte nun eben ſo wie mit dem Bennetſchen Duplikator verfahren werden. Es wurden nämlich die beyden

p) Vollſtändige Abhandlung der Elektricitätslehre. Leipz. 1797. 8. B. II. S. 167 f.

den Platten A und B einander gegen über geſtellt etwa in einer Entfernung von $\frac{1}{10}$ Zoll, und die urſprünglich erregte Elektricität wurde A mitgetheilt, während man B mit dem Finger berührte; hierauf wurde B von A entfernt, und der Platte C gegen über geſtellt, und C in dieſer Lage berührt; nachher wurde die Platte C mit der Rückſeite von A in Berührung gebracht, die Platte B der Platte A gegen über geſtellt, und in dieſer Lage berührt, u. ſ. f.

Ob nun gleich dieſe Platten nicht überfirnißt waren, und ſich nicht unmittelbar berührten, mithin auch unmöglich Elektricität erregt werden konnte, ſo zeigte es ſich doch, daß dieſes Inſtrument, auch wenn man ihm keine Elektricität mittheilte, nach einigen Verdoppelungen merklich elektriſch wurde. Als er daſſelbe einige Tage nicht gebraucht hatte, mußte er, wenn er jene gleichſam freywillige Elektricität hervorbringen wollte, das Verdoppeln wenigſtens 20 mal wiederholen. Allein bey allen darauf folgenden Experimenten konnte er einen merklichen Grad von Elektricität hervorbringen, wenn er etwa 12 mal verdoppelte, und dieſe Elektricität blieb immer die nämliche, wie beym erſten Verſuche. Cavallo vermuthet, daß die durch dieſes Inſtrument hervorgebrachte Elektricität, welche ohne alle Mittheilung entſtehe, ſowohl von der umliegenden Luft als auch von dem Inſtrumente ſelbſt herrühre. Denn wenn das Inſtrument eine lange Zeit gelegen habe, ſo wären wohl ſeine Platten in Anſehung der Elektricität noch in einerley Zuſtande, daher werde wahrſcheinlich die Platte, welche zu Anfang der Operation unberührt bleibe, von der umgebenden Luft einige Elektricität erhalten. Wären aber die Platten auf dieſe Weiſe einmal elektriſirt

worden,

worden, ſo ſey es ſehr ſchwer, wo nicht unmöglich, ſie der Elektricität zu berauben, welche ſie noch nach ein oder zwey Tagen zurück zu behalten ſcheinen. Er ſchließt hieraus, daß man beym Gebrauche dieſer Platten ſowohl, als auch bey Bennet's Einrichtung, nie auf zuverläſſige Reſultate rechnen könne. Dieß gab Cavallo'n Veranlaſſung, ein Paar neue elektriſche Inſtrumente unter dem Nahmen des Collektors und des Multiplikators der Elektricität zu erfinden, von welchen nachher geredet werden ſoll.

Im Jahre 1788 ward der königlichen Societät zu London eine Beſchreibung eines verbeſſerten Elektricitätsverdopplers von Nicholſon vorgeleſen, und nachher im zweyten Theile des 78ſten Bandes der philoſoph. Transactionen bekannt gemacht. Nicholſon brachte an die drey Platten A, B, C einen Mechanismus an, wobey es bloß des Herumdrehens einer Kurbel bedurfte. Vermöge der ſinnreichen Zuſammenſetzung der einzelnen Theile dieſes Inſtruments wurde die Elektricität beym erſten Umdrehen verdoppelt, beym zweyten vervierfacht, u. ſ. f. An dieſer Maſchine berühren ſich die Platten nicht, ſondern kommen mit ihren Flächen nur ſehr nahe an einander, gerade, wie es Cavallo bey den drey geſonderten Platten gemacht hatte. Nicholſon bemerkt aber zuletzt, daß auch die Wirkung dieſes Inſtruments deswegen unzuverläſſig werde, weil die mitgetheilte Elektricität ſtark genug ſeyn müſſe, um jede andere, welche etwa die Platten bereits enthalten möchten, zerſtreuen und überwältigen zu können. Uebrigens könne dieſes Inſtrument, wenn etwa dieſe Schwierigkeit in der Folge gehoben werden ſollte, als ein

Vervielfältiger der Elektricität große Vorzüge haben, weil es mit vieler Leichtigkeit und Geſchwindigkeit zu bewegen ſey, auch völlig unzweydeutige Reſultate gebe.

In den neuern elektriſchen Verſuchen vom Jahre 1789 gibt Bennet eine Methode an, wie man dem Verdoppler ſeine anhängende oder urſprüngliche Elektricität nehmen könne. Sie beſteht darin, daß man, während alle drey Platten durch Dräthe mit der Erde in leitender Verbindung ſind, den Griff des Inſtruments mehrere mal herumdreht. Allein Cavallo verſichert, daß er durch dieſe Methode nie die gewünſchte Wirkung habe erhalten können.

Unerachtet dieſer Mängel ſollen doch mit dieſem Inſtrumente verſchiedene wichtige Entdeckungen gemacht worden ſeyn, wovon das weſentlichſte nachher angeführt werden ſoll.

Indeſſen hatte Bennet's Methode, dem Duplikator ſeine urſprüngliche Elektricität zu benehmen, Nicholſon °) Veranlaſſung gegeben, ein artiges Inſtrument unter dem Nahmen eines kreiſelnden Collektors zu erfinden, auf deſſen Idee er ſchon im Jahre 1787 durch eine Unterredung mit Bennet gekommen war. Bennet hatte nämlich bemerkt, daß, wenn er ein Inſtrument verfertigen ſollte, das von aller urſprünglichen Elektricität ganz frey ſey, er einen einfachen Condenſator, und nicht den Duplikator dazu wählen würde. Was Bennet damit meinte, verſtand Nicholſon nicht ſogleich, Bennet erklärte es ihm aber umſtändlich, und ſo machte ſich Nicholſon, von dem Nutzen eines ſolchen Inſtruments überzeugt, ſelbſt daran, und brachte bald folgendes

zu

o) *Nicholſon's* journal of natural philoſophy.

zu Stande, welches er Banks und andern zeigte, und welches noch in demſelben Jahre zum D. van Marum kam.

Die fig. 10. ſtellt einen vertikalen Durchſchnitt dieſes Inſtruments vor. An die metallene Vaſe A iſt eine lange ſtählerne Achſe befeſtigt, welche durch die der Länge nach durchbohrte Säule b bis zum Fuße k hinabgeht, und ſich hier in eine Spitze endigt, die bey c in einer ſchicklich geſtalteten Pfanne ruht. Man faßt die Vaſe beym obern Knopf zwiſchen dem Daumen und einem Finger, und ſchnellt ſie kreiſelartig umher; ihr Gewicht dient, dieſe dem Spinnen ähnliche Bewegung länger zu erhalten. Die ſchattirten Theile d und e ſtellen zwey kreisförmige Glasſcheiben vor von beynahe $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmeſſer. Die obere Scheibe iſt an die Vaſe, die untere an die Säule befeſtigt. Die untere Platte trägt in entgegengeſetzten Enden eines Durchmeſſers zwey eingekittete Metallhaken f und g, zu welchen die Löcher in die Schärfe der $\frac{3}{20}$ Zoll dicken Scheibe eingeſchliffen ſind. Auf dieſelbe Art ſind in der obern Scheibe zwey kleine Schweife von feinem abgeplatteten Silbertreſſendrathe befeſtigt, die ſich ſo herabbiegen, daß ſie bey jedem Umſchwunge an die Haken ſchlagen, doch ſonſt frey in der Luft ſchweben, ohne einen andern Theil des Inſtruments zu berühren. Indem die Scheibe c angezogen oder zurückgedreht wird, laſſen die beyden Glasſcheiben ſich von einander entfernen oder ſich nähern, und in jeder beliebigen Entfernung feſt ſtellen. Die einander zugewandten Seiten der beyden Glasſcheiben ſind mit dünner Zinnfolie ſo belegt, wie es ihre Abbildung bey m und n zeigt, und zwar iſt n die untere, und m die obere Scheibe.

die Elektricität des Duplikators ganz allein von dem gewöhnlichen elektriſchen Waſſerdunſte in der Atmoſphäre herrühre, und dadurch die Ungewißheit in Anſehung der elektriſchen Action dieſes ſinnreichen Inſtruments entfernt. Um daher den Duplikator zur Unterſuchung der atmoſphäriſchen Elektricität anzuwenden, gebrauchte er dazu denſelben mit ſeiner uniſolirten Drehſcheibe, während ſie der feſtſtehenden Scheibe, welche iſolirt iſt, gegen über ſteht; indem in Hinſicht auf Iſolirung dieſe Stellung des Duplikators genau den iſolirten und nicht iſolirten Theilen ſeiner hohen und nicht zugeſpitzten Stange entſpricht, und ſo auch ſeine elektriſche Anhäufung bey allen ſchwachen Elektriſirungen der Atmoſphäre immer dieſelbe bleibt.

Einige vorhergegangene Beobachtungen brachten ihn auf die Vermuthung, daß die Luft dadurch, daß ſie auf verſchiedene Weiſe, z. B. durch Athmen, Fäulniß u. dergl. ſelbſt im geringen Grade verdorben wird, einen Antheil ihrer natürlichen Elektricität entläßt, und folglich negativ elektriſirt wird. Dieſe Vermuthung ſchienen folgende Thatſachen zu beſtätigen. Read war oft über die Beſtändigkeit der negativen Ladung des Duplikators in ſeinem Zimmer, das er gewöhnlich beobachtete, erſtaunt, während in der freyen Luft und oft in dem benachbarten Zimmer der Duplikator poſitive Elektricität gab; dieſe Verſchiedenheit konnte er in nichts weiter finden, als in der Reſpiration und Ausdünſtung ſeines Körpers. Daher war er neugierig, zu erfahren, ob durch dieſelben Mittel eine Veränderung in dem elektriſchen Zuſtande der Luft im großen Zimmer bewirkt werden könnte, und ſtellte den Verſuch am 9ten Juli 1793 an. Das Wetter

war

war ſehr heiß und heiter, das Thermometer 75°; er erſuchte eine andere Perſon, ſich mit ihm in dieſes Zimmer 20 bis 30 Minuten lang zu ſtellen, während Thür und Fenſter zugemacht waren; er ſtellte ſich beynahe in die Mitte und ſeinen Gehülfen zur Seite des Zimmers. Als er nach 20 Minuten in ſtarker Ausdünſtung war, ſo zeigte der Duplikator, ſeiner Erwartung gemäß, negative Elektricität an.

Auf gleiche Art unterſuchte er den elektriſchen Zuſtand ſeines Schlafzimmers kurz zuvor, ehe er ſchlafen ging, und fand ihn poſitiv; am folgenden Morgen um 6 Uhr ward ſein Duplikator ſchnell negativ elektriſirt. Er wunderte ſich, bey der Action wahrzunehmen, daß die Luft im Zimmer in einem hohen Grade ihre iſolirende Eigenſchaft verloren hatte; denn obgleich der Duplikator bey jeder Umdrehung Elektricität ſtark genug anhäufte, um ihm ihre Art erkennen zu laſſen, ſo wurde doch auch ſeine elektriſche Ladung ſo ſchnell abgeführt, als ſie erhalten wurde.

Durch dieſe und andere Verſuche, die in Hoſpitälern und andern Orten, wo ſtarke Ausdünſtungen ſtatt fanden, angeſtellt wurden, wurde Read überzeugt, daß Luft, welche durch thieriſche Reſpiration oder durch vegetabiliſche Fäulniß inficirt iſt, ſtets negativ elektriſirt iſt, wenn zu derſelben Zeit die umgebende atmoſphäriſche Luft im poſitiven Zuſtande ſich befindet.

Indeſſen war Cavallo, da ihm Bennet's Collektor kein Genüge leiſtete, auf die Erfindung von ein Paar neuen Inſtrumenten gekommen, welche nunmehr kürzlich angeführt werden ſollen. Das erſte nennt er; Collektor der Elektricität, Elektrici-

andere Ende des Draths in die Luft ragen. Will man diejenige Elektricität ſammeln, welche bey der Verdampfung erregt wird, ſo nimmt man einen kleinen zinnernen Löffel, woran ein Drath oder ein Fuß etwa 6 Zoll lang iſt, welcher in die eine zinnerne Röhre ſo weit eingeſteckt werden kann, daß der Löffel 2 bis 3 Zoll über dem Inſtrumente ſteht. In den Löffel wird eine glühende Kohle gelegt, und Waſſer auf ſelbige geſpritzt, wodurch die erregte Elektricität geſammelt wird.

Cavallo erläutert den Gebrauch und die Wirkung dieſes Inſtruments durch folgende Verſuche:

Erſter Verſuch. Man theile der Zinnplatte ſo viel Elektricität mit, daß ſie ein gewöhnliches Korkkugelelektrometer in Bewegung bringen kann. Wenn nun die Seitenrahmen vertikal und mit der Zinnplatte vollkommen parallel geſtellt ſind, ſo zeigt ſich in dem Flaſchenelektrometer an dem Korkkügelchen keine Elektricität, weil die Elektricität der Zinnplatte durch die genäherten leitenden Goldpapier- oder Stanniolflächen in dem Wirkungskreiſe gebunden wird: werden aber die Rahmen von der Platte entfernt und niedergelegt, ſo ſtoßen nun die Kügelchen des Elektrometers einander ab; die Beſchaffenheit der Elektricität läßt ſich alsdann ſehr leicht durch eine geriebene Siegellackſtange auf die gewöhnliche Art unterſuchen. Werden die Rahmen wieder in die Höhe geſchlagen, ſo wird die Elektricität wieder zu verſchwinden ſcheinen, ſie zeigt ſich aber ſogleich wieder, wenn abermals die Rahmen niedergeſchlagen werden, u. ſ. w. Wenn hingegen die Zinnplatte oder eine zinnerne Röhre mit dem Finger berührt wird, oder auch ſonſt durch eine leitende Subſtanz mit der Erde

ver-

verbunden iſt, ſo verſchwindet die Elektricität ſogleich, die Rahmen mögen ſtehen, oder niedergelegt ſeyn.

Zweyter Verſuch. Man hänge ein langes Stück Zinnfolie von ungefähr 4 Quadratellen an einen ſeidenen Faden auf, und elektriſire es ſo ſchwach, daß kein Elektrometer dadurch bewegt wird; hiernächſt bringe man es in Berührung mit der Zinnplatte, nachdem die beyden Rahmen vertikal ſind aufgerichtet worden. Nach einer kurzen Zeit entferne man die Zinnfolie von der Platte, und lege beyde Rahmen nieder, ſo wird das Elektrometer einen beträchtlichen Grad von Elektricität zeigen. Wenn durch dieſes Verfahren eine ſehr ſchwache Elektricität nicht bemerkbar gemacht werden ſollte, ſo muß man einen kleinern Elektricitätsſammler, deſſen Zinnplatte ungefähr 4 Quadratzoll hat, mit der Zinnplatte des größern in Berührung bringen, wobey bloß die beyden Rahmen des größern Collektors niedergelegt werden. Wird hierauf der kleinere Collektor von dem größern entfernt, und legt man ſeine beyden Rahmen nieder, ſo wird ein mit der Zinnplatte dieſes kleinern Collektors in Berührung gebrachter Elektrometer einen weit ſtärkern Grad der Elektricität zeigen, als das Elektrometer des größern Elektricitätsſammlers.

Dritter Verſuch. Man hänge ein gemeines Korkkugelelektrometer an einen iſolirten erſten Leiter von ungefähr 2 bis 3 Quadratfuß Fläche, welchem etwa ſo viel Elektricität mitgetheilt wird, daß ſie die Kugeln des Elektrometers einen Zoll weit von einander hält. Verbindet man ſodann in dieſem Zuſtande den erſten Leiter mit der Zinnplatte eines Collektors auf eine kurze Weile, ſo wird man gewahr werden, daß die beyden Korkkügelchen des Elektrometers am erſten

Von den beyden Dräthen der letztern ſteht jeder Haken mit der ihm zunächſt liegenden Hälfte der Belegung in leitender Verbindung; eben ſo der Haken f der untern Scheibe; der Haken g iſt dagegen völlig iſolirt, und lediglich dazu beſtimmt, mit dem elektriſchen Körper oder dem atmoſphäriſchen Conduktor verbunden zu werden. Dafür ſteht die nach g zu liegende Hälfte der Belegung beſtändig auf dem Fußgeſtelle h, und mithin auch mit der Erde in leitender Verbindung.

Wird dieſer Apparat in Umſchwung verſetzt, ſo iſt der Erfolg dieſer: einer der Drathſchweiſe der obern Scheibe ſchlägt an den Haken g, und theilt dadurch ſeiner Belegung den elektriſchen Zuſtand von n, doch wegen der Nähe der nicht iſolirten, gerade gegenüber ſtehenden Hälften der untern Belegung, in einer ſo vielmal größern Intenſität mit, als die verſtärkte Elektricität die einfache übertrifft. Nach einer halben Umdrehung ſchlägt derſelbe Drath, der zuvor g berührte, an den gegenüber ſtehenden Haken f; dann bilden dieſer Haken, der Drath und die beyden mit ihnen verbundenen Belegungen eine einzige iſolirte Metallmaſſe, ohne Ladung, in welcher die jetzt nur einfache Elektricität der ganzen Ladung, welche die obere Belegung bey g erhielt, enthalten iſt. Da in dieſer Maſſe die beyden Belegungen den elektriſchen Brunnen Franklin's bilden; ſo treiben ſie alle ihre Elektricität nach dem Haken und nach dem Drathe zu, und der Haken bleibt es, während der Drath ſich mit ſeiner Belegung fortdreht, um im Berühren mit g ſich aufs neue wie zuvor zu laden, und auch die Elektricität wieder an den Haken f abzuſetzen. Dadurch werden die Elektrometerkügelchen, welche an

dieſem Haken hängen, gar bald zum Divergiren gebracht. Es iſt kaum nöthig zu bemerken, daß zwey Belegungen an die obere Scheibe bloß deßhalb angebracht ſind, um die Operation auf das Doppelte zu beſchleunigen, da immer, während ein Drath die Elektricität in ſich aufnimmt, der andere ſie abſetzt, und daß ſich ein Golddrathelektrometer mit Nutzen ſtatt der Korkkugeln anbringen läßt.

Das Geſchäft dieſes kreiſelnden Inſtruments beſteht alſo darin, eine beträchtliche Menge zerſtreuter Elektricität in einem kleinen Raume zu ſammeln; aber darum verrichtet es doch nicht genau ein und daſſelbe Geſchäft mit Volta's Condenſator und Cavallo's Collektor, wie die Erfinder ſie beſchrieben haben. Denn ſind dieſe letztern Inſtrumente nur klein, ſo können ſie in Verbindung mit einem Elektrometer von einer beträchtlichen Oberfläche nur eine ſehr geringe Intenſität hervorbringen, indeß das kreiſelnde Inſtrument ſo gut iſt, als wenn es außer dem großen Vorzuge der Leichtigkeit im Operiren, auch eine unbeſtimmbar große Oberfläche hätte. Dieſe Vorzüge, ſo wie ſie ſich finden, machen indeß den einzigen Unterſchied zwiſchen ihm und jenen beyden Inſtrumenten aus.

Read [p]) hat einige Verſuche und Beobachtungen mit dem Elektricitätsverdoppler in Hinſicht ſeines wirklichen Nutzens zur Unterſuchung der Elektricität der atmoſphäriſchen Luft in verſchiedenen Graden ihrer Reinheit angeſtellt, von welchen das Weſentlichſte folgendes iſt: Read hatte bewieſen, daß die

p) Philoſoph. Transact. for the year 1794. P. II. p. 266 überſ. in Gren's Journal der Phyſik. B. II. S. 70 u. f.

die Elektricität des Duplikators ganz allein von dem gewöhnlichen elektriſchen Waſſerdunſte in der Atmoſphäre herrühre, und dadurch die Ungewißheit in Anſehung der elektriſchen Action dieſes ſinnreichen Inſtruments entfernt. Um daher den Duplikator zur Unterſuchung der atmoſphäriſchen Elektricität anzuwenden, gebrauchte er dazu denſelben mit ſeiner unisolirten Drehſcheibe, während ſie der feſtſtehenden Scheibe, welche iſolirt iſt, gegen über ſteht; indem in Hinſicht auf Iſolirung dieſe Stellung des Duplikators genau den iſolirten und nicht iſolirten Theilen ſeiner hohen und nicht zugeſpitzten Stange entſpricht, und ſo auch ſeine elektriſche Anhäufung bey allen ſchwachen Elektriſirungen der Atmoſphäre immer dieſelbe bleibt.

Einige vorhergegangene Beobachtungen brachten ihn auf die Vermuthung, daß die Luft dadurch, daß ſie auf verſchiedene Weiſe, z. B. durch Athmen, Fäulniß u. dergl. ſelbſt im geringen Grade verdorben wird, einen Antheil ihrer natürlichen Elektricität entläßt, und folglich negativ elektriſirt wird. Dieſe Vermuthung ſchienen folgende Thatſachen zu beſtätigen. Read war oft über die Beſtändigkeit der negativen Ladung des Duplikators in ſeinem Zimmer, das er gewöhnlich beobachtete, erſtaunt, während in der freyen Luft und oft in dem benachbarten Zimmer der Duplikator poſitive Elektricität gab; dieſe Verſchiedenheit konnte er in nichts weiter finden, als in der Reſpiration und Ausdünſtung ſeines Körpers. Daher war er neugierig, zu erfahren, ob durch dieſelben Mittel eine Veränderung in dem elektriſchen Zuſtande der Luft im großen Zimmer bewirkt werden könnte, und ſtellte den Verſuch am 9ten Juli 1793 an. Das Wetter

war

war ſehr heiß und heiter, das Thermometer 75°; er erſuchte eine andere Perſon, ſich mit ihm in dieſes Zimmer 20 bis 30 Minuten lang zu ſtellen, während Thür und Fenſter zugemacht waren; er ſtellte ſich beynahe in die Mitte und ſeinen Gehülfen zur Seite des Zimmers. Als er nach 20 Minuten in ſtarker Ausdünſtung war, ſo zeigte der Duplikator, ſeiner Erwartung gemäß, negative Elektricität an.

Auf gleiche Art unterſuchte er den elektriſchen Zuſtand ſeines Schlafzimmers kurz zuvor, ehe er ſchlafen ging, und fand ihn poſitiv; am folgenden Morgen um 6 Uhr ward ſein Duplikator ſchnell negativ elektriſirt. Er wunderte ſich, bey der Action wahrzunehmen, daß die Luft im Zimmer in einem hohen Grade ihre iſolirende Eigenſchaft verloren hatte; denn obgleich der Duplikator bey jeder Umdrehung Elektricität ſtark genug anhäufte, um ihm ihre Art erkennen zu laſſen, ſo wurde doch auch ſeine elektriſche Ladung ſo ſchnell abgeführt, als ſie erhalten wurde.

Durch dieſe und andere Verſuche, die in Hoſpitälern und andern Orten, wo ſtarke Ausdünſtungen ſtatt fanden, angeſtellt wurden, wurde Read überzeugt, daß Luft, welche durch thieriſche Reſpiration oder durch vegetabiliſche Fäulniß inficirt iſt, ſtets negativ elektriſirt iſt, wenn zu derſelben Zeit die umgebende atmoſphäriſche Luft im poſitiven Zuſtande ſich befindet.

Indeſſen war Cavallo, da ihm Bennet's Collektor kein Genüge leiſtete, auf die Erfindung von ein Paar neuen Inſtrumenten gekommen, welche nunmehr kürzlich angeführt werden ſollen. Das erſte nennt er; Collektor der Elektricität, Elektrici-

tricitätsſammler. Ehe er dieſes Inſtrument beſchrieb, lieferte er einen Aufſatz über die Methode, die Gegenwart geringer Quantitäten natürlicher oder künſtlicher Elektricität zu entdecken, und ihre Beſchaffenheit zu erkennen [q]). Er bemerkt nämlich, daß überhaupt drey Methoden bekannt ſeyen, geringe Quantitäten der Elektricität genau zu entdecken. Wenn die abſolute Quantität der Elektricität zwar gering, aber ſtark concentrirt ſey, wie die eines kleinen erhitzten Turmalins, oder eines geriebenen Haars, ſo beſtehe die einzige wirkſame Methode, ihre Gegenwart und Beſchaffenheit zu erkennen, darin, daß man ſie unmittelbar einem ſehr empfindlichen Elektrometer mittheile. Die zweyte Methode finde ſtatt, wenn man die Gegenwart einer der Menge nach beträchtlichen, aber in einem großen Raum zerſtreueten und mithin wenig concentrirten Elektricität, wie z. B. in der Atmoſphäre, oder die in einer großen Ladungsflaſche nach dem erſten oder zweyten Entladen zurückgebliebene Elektricität, erforſchen will. Die dritte Methode findet alsdann ihre Anwendung, wenn die zu unterſuchende Elektricität weder ihrer Menge nach ſehr beträchtlich, noch ſtark concentrirt iſt, wie die Elektricität der Haare gewiſſer Thiere, oder der Oberfläche einer ſich abkühlenden Chocoladentafel, u. dergl. Nach der zweyten Methode iſt Cavallo's Collektor eingerichtet, welchen er in einer andern Abhandlung beſchrieben hat [r]). Derſelbe beſteht in einer Zinnplatte, 13 Zoll lang und 8 Zoll breit, an deren beyden kürzern Seiten zwey zinnerne Röhren angelöthet und

q) Phiſoph. Transact. Vol. LXXVIII. P. I. p. 1-21.

r) Ibid. P. II. p. 255-260. überſ. in Grens Journal der Phyſ. B. I. S. 275 f.

und an beyden Enden offen ſind. Die untern Oeffnungen dieſer beyden Zinnröhren werden auf die obern Enden zweyer auf einem hölzernen Fußgeſtelle vertikal angekitteten und mit Siegellack überzogenen Glasröhren angekittet, ſo daß die Zinnplatte vertikal auf dem Fußgeſtelle ſteht, und völlig iſolirt iſt. Auf beyden Seiten des hölzernen Fußgeſtelles iſt ein hölzerner Rahmen mittelſt eines meſſingenen Charniers ſo befeſtigt, daß er in die Höhe geſchlagen und mit der Zinnplatte parallel geſtellt, nachmals aber wieder horizontal niedergelegt werden kann. Ueber die innere Seite dieſer beyden Rahmen iſt von der Mitte ihrer Höhe an Goldpapier, oder noch beſſer dünner Stanniol ausgeſpannt. Werden nun die Rahmen vertikal geſtellt, ſo berühren dieſe die Zinnplatte nicht, ſondern ſtehen etwa $\frac{1}{5}$ Zoll davon ab; auch ſind ſie etwas ſchmäler als die Zinnplatte, damit ſie die Zinnröhren auf beyden Seiten nicht berühren. In dieſer vertikalen Stellung werden die beyden Rahmen mittelſt ein Paar an ſelbige befeſtigter Bretchen durch eine meſſingene Klammer erhalten.

Soll dieſes Inſtrument gebraucht werden, ſo ſtellt man es auf einen Tiſch, oder an einen andern bequemen Ort, ſetzt ein Flaſchenelektrometer daneben, welches durch einen metallenen Drath mit einer der zinnernen Röhren an der Zinnplatte in Verbindung ſteht. Außerdem bringt man auch einen Leiter zwiſchen der Zinnplatte und demjenigen Körper, deſſen Elektricität in derſelben geſammelt werden ſoll. Wenn man z. B. die Elektricität der Luft oder des Regens ſammeln will, ſo ſteckt man einen metallenen Drath in die Oeffnung einer zinnernen Röhre, ſtellt das Inſtrument nahe an die Fenſter, und läßt das

andere

andere Ende des Draths in die Luft ragen. Will man diejenige Elektricität ſammeln, welche bey der Verdampfung erregt wird, ſo nimmt man einen kleinen zinnernen Löffel, woran ein Drath oder ein Fuß etwa 6 Zoll lang iſt, welcher in die eine zinnerne Röhre ſo weit eingeſteckt werden kann, daß der Löffel 2 bis 3 Zoll über dem Inſtrumente ſteht. In den Löffel wird eine glühende Kohle gelegt, und Waſſer auf ſelbige geſpritzt, wodurch die erregte Elektricität geſammelt wird.

Cavallo erläutert den Gebrauch und die Wirkung dieſes Inſtruments durch folgende Verſuche:

Erſter Verſuch. Man theile der Zinnplatte ſo viel Elektricität mit, daß ſie ein gewöhnliches Korkkugelelektrometer in Bewegung bringen kann. Wenn nun die Seitenrahmen vertikal und mit der Zinnplatte vollkommen parallel geſtellt ſind, ſo zeigt ſich in dem Flaſchenelektrometer an dem Korkkügelchen keine Elektricität, weil die Elektricität der Zinnplatte durch die genäherten leitenden Goldpapier- oder Stanniolflächen in dem Wirkungskreiſe gebunden wird: werden aber die Rahmen von der Platte entfernt und niedergelegt, ſo ſtoßen nun die Kügelchen des Elektrometers einander ab; die Beſchaffenheit der Elektricität läßt ſich alsdann ſehr leicht durch eine geriebene Siegellackſtange auf die gewöhnliche Art unterſuchen. Werden die Rahmen wieder in die Höhe geſchlagen, ſo wird die Elektricität wieder zu verſchwinden ſcheinen, ſie zeigt ſich aber ſogleich wieder, wenn abermals die Rahmen niedergeſchlagen werden, u. ſ. w. Wenn hingegen die Zinnplatte oder eine zinnerne Röhre mit dem Finger berührt wird, oder auch ſonſt durch eine leitende Subſtanz mit der Erde

ver-

verbunden iſt, ſo verſchwindet die Elektricität ſogleich, die Rahmen mögen ſtehen, oder niedergelegt ſeyn.

Zweyter Verſuch. Man hänge ein langes Stück Zinnfolie von ungefähr 4 Quadratellen an einen ſeidenen Faden auf, und elektriſire es ſo ſchwach, daß kein Elektrometer dadurch bewegt wird; hiernächſt bringe man es in Berührung mit der Zinnplatte, nachdem die beyden Rahmen vertikal ſind aufgerichtet worden. Nach einer kurzen Zeit entferne man die Zinnfolie von der Platte, und lege beyde Rahmen nieder, ſo wird das Elektrometer einen beträchtlichen Grad von Elektricität zeigen. Wenn durch dieſes Verfahren eine ſehr ſchwache Elektricität nicht bemerkbar gemacht werden ſollte, ſo muß man einen kleinern Elektricitätsſammler, deſſen Zinnplatte ungefähr 4 Quadratzoll hat, mit der Zinnplatte des größern in Berührung bringen, wobey bloß die beyden Rahmen des größern Collektors niedergelegt werden. Wird hierauf der kleinere Collektor von dem größern entfernt, und legt man ſeine beyden Rahmen nieder, ſo wird ein mit der Zinnplatte dieſes kleinern Collektors in Berührung gebrachter Elektrometer einen weit ſtärkern Grad der Elektricität zeigen, als das Elektrometer des größern Elektricitätsſammlers.

Dritter Verſuch. Man hänge ein gemeines Korkkugelelektrometer an einen iſolirten erſten Leiter von ungefähr 2 bis 3 Quadratfuß Fläche, welchem etwa ſo viel Elektricität mitgetheilt wird, daß ſie die Kugeln des Elektrometers einen Zoll weit von einander hält. Verbindet man ſodann in dieſem Zuſtande den erſten Leiter mit der Zinnplatte eines Collektors auf eine kurze Weile, ſo wird man gewahr werden, daß die beyden Korkkügelchen des Elektrometers am erſten

Leiter ſogleich zuſammengehen, welches beweiſt, daß die Elektricität des erſten Leiters durch die leitende Verbindung in den Collektor übergegangen iſt. Sobald alsdann die Seitenrahmen des Collektors niedergelegt werden, ſo wird ſich ein beträchtlicher Grad von Elektricität an dem Elektrometer, welcher mit dem Collektor in Verbindung iſt, zeigen.

Cavallo verſichert übrigens, daß dieſes Inſtrument von allen den Fehlern frey ſey, welche er an Volta's Condenſator und an Bennet's Duplikator zu tadeln gefunden habe.

Endlich glaubte Cavallo noch ein anderes Inſtrument erfunden zu haben, welches vollkommen genaue Reſultate gewährt. Er nennt dieß den Vervielfältiger der Elektricität, durch welchen ſich aber die Elektricität nicht ſo geſchwind vermehren läßt, als durch den Duplikator *). Die Einrichtung dieſes Inſtruments iſt folgende: (fig. 11.) qſr iſt ein Bret, auf welchem zwey glatte Meſſingplatten a und c an zwey Glasſtäbe h und g befeſtigt ſind. Eine ähnliche Meſſingplatte iſt auch b. Dieſe wird von einem Glasſtabe getragen, welcher in den hölzernen Hebel k l eingekittet iſt. Dieſer Hebel drehet ſich um eine feſte Schraube k, welche in das Bret qſr tief eingeſchraubt iſt. Wird dieſer Hebel rückwärts und vorwärts bewegt, ſo kommt die Platte b abwechſelnd in zwey Lagen, wovon die eine die fig. vorſtellt. Ein ſtarker Meſſingdrath n iſt in das Bret qſr feſt eingeſteckt; om ein gebogener Drath, welcher von der Hülſe an der Rückſeite der Platte b hervorgeht. Nun iſt noch eine den andern dreyen ähnliche vierte Platte d,

*) Vollſtändige Abhandl. der Elektric. B. II. S. 180 u. f.

d, welche nicht von Glas, ſondern von einem Drathe getragen wird. Dieſer Drath iſt in ein langes Stück Meſſing fp feſt eingeſchraubt, welches ſich in einem in das Bret qſr gemachten Einſchnitt rück- und vorwärts ſchieben läßt, ſo daß man das Stück fp, wenn man den Nagel eines Fingers in die an dem Ende f befindliche Kerbe bringt, entweder ganz oder bis zu einer gewiſſen Weite herausziehen, folglich die Platte d bis zu einer beliebigen Entfernung an die feſt ſtehende Platte o bringen kann. Ueber die Hülſen an den Meſſingplatten iſt weiter nichts zu erinnern, als daß die Hülſe an der Platte a bis an den Rand dieſer Platte heraufgeht, damit man bey gewiſſen Gelegenheiten einen Drath oder etwas dergleichen hinein thun könne. Die einzelnen Theile dieſes Inſtruments ſind ſo eingerichtet, daß wenn ſich der Hebel in der Stellung, wie ihn die fig. vorſtellt, befindet, d. i. wenn er ſo weit als möglich nach q zu gedreht iſt, die Platte b mit der Platte a in eine parallele Lage kommt, und etwa $\frac{1}{20}$ Zoll davon abſteht. Hier berührt zugleich das Ende des Draths om gerade den feſten Drath n, wodurch die Platte b aufhört, iſolirt zu ſeyn. Sobald man aber den Hebel nach ſ zu drehen anfängt, ſo wird ſogleich die Verbindung der Platte b mit dem Drathe n oder mit der Erde aufgehoben, und b bleibt nun iſolirt. Hat man alsdann den Hebel, ſo weit als man kann, nach ſ zu gedreht, ſo kommt nun der Drath om mit der Platte c in Berührung. In dieſem Falle ſind die beyden Platten b und c mit einander verbunden, da ſie ſonſt iſolirt ſind. Die vierte Platte d, welche von einem Drathe getragen wird, ſteht mit der Erde in Verbindung, und wenn das Stück pf ganz hinein geſchoben iſt, ſteht ſie ebenfalls mit der Platte c parallel, und $\frac{1}{20}$ Zoll von ihr ab.

Wenn nun das Inſtrument, wie es die fig. zeigt, geſtellt iſt, und man die Platte a mit einem elektriſirten Körper berührt, ſo wird dieſe Platte viel mehr von der Elektricität aufnehmen, als ſie ſonſt gethan haben würde, weil ihre Capacität durch die Nähe der uniſolirten Platte b verſtärkt iſt. Wenn nun nach der Mittheilung dieſer Elektricität die Platte b durch Bewegung des Hebels aus dieſer Lage gebracht, und mit a ein Elektrometer berührt wird, ſo wird dieß merklicher elektriſirt werden, als es bey der Berührung des anfänglich elektriſirten Körpers ſelbſt geſchehen ſeyn würde. In ſo fern wirkt alſo die Platte a wie ein Condenſator oder Collektor der Elektricität.

Wenn die Platte a durch die Berührung irgend eines elektriſirten Körpers eine geringe Menge von Elektricität erhalten, und man dieſen Körper wieder entfernt hat, ſo wird die Platte b, weil ſie nicht iſolirt iſt, wie der metallene Teller eines Elektrophors, die entgegengeſetzte Elektricität annehmen, weil ſie, je nachdem die Platte a elektriſirt war, etwas elektriſche Materie entweder dem Erdboden mittheilt, oder von ihm empfängt. Wäre z. B. a poſitiv elektriſirt worden, ſo würde b negativ elektriſch werden, und umgekehrt. Dreht man nun den Hebel nach l hin, ſo wird die Platte b negativ elektriſirt bleiben, weil die Verbindung mit dem Erdboden nunmehr aufgehoben iſt; und wenn nun b in die andere Lage kommt, wo zugleich der Drath o m die Platte c berührt, ſo wird die negative Elektricität von b in c übergehen, weil die Capacität von c, Elektricität anzunehmen, durch die Nähe der uniſolirten Platte d beträchtlich vergrößert iſt. Wenn man aber nun den Hebel wieder rückwärts dreht, und in ſeine erſte Lage bringt, ſo

ſo wird b, gerade wie zuvor, zum zweyten Male negativ elektriſirt werden, und dieſe zweyte Ladung von negativer Elektricität wird, wenn man den Hebel wieder nach ſ dreht, von b der Platte c mitgetheilt werden. Auf dieſe Art läßt ſich durch Wiederholung des Verfahrens, welches bloß darin beſteht, daß man den Hebel immer rück- und vorwärts bewegt, eine beträchtliche Menge Elektricität in c anhäufen.

Wenn man dieſes Inſtrument gebraucht, ſo kann man die Elektricität höchſtens 30 bis 40 Mal vermehren. Denn nachher läßt ſich die Ladung von c nicht mehr verſtärken; dieß findet nämlich alsdann ſtatt, wenn die Ladung von c ſo ſehr verſtärkt iſt, daß ſie in b eine Portion elektriſche Materie zurückläßt, welche der gleich iſt, die b von a empfangen kann. In dieſem Falle berühre man auf die oben beſchriebene Art mit c ein Elektrometer, und wiederhole dieß Verfahren, wenn es nicht divergiren will. In dieſem Falle ſchiebt man den Schieber fp wieder hinein, und dreht den Hebel, wie zuvor, rück- und vorwärts. Hat man dieß einige Mal gethan, ſo wird die Platte c eine zweyte faſt eben ſo ſtarke Ladung als die vorige annehmen. Und wenn man nun den Schieber fp wieder herauszieht, und mit c das nämliche Elektrometer berührt, ſo wird man das Divergiren beſſer bemerken können. Auf dieſe Art kann es auch durch eine dritte und vierte Operation verſtärkt werden. Sollte ſich jedoch unerachtet dieſer wiederholten Operationen noch kein Divergiren des Elektrometers wahrnehmen laſſen, ſo kann man die Elektricität noch auf eine andere Art vermehren. Man theilt nämlich die ſchwache Elektricität von c der Platte a eines andern ähnlichen Inſtruments mit, und verfährt damit auf die bereits beſchriebene Art.

Die Wirkungen dieſes Inſtruments ſind vorzüglich deßwegen zuverläſſig, weil aller Ueberreſt von Elektricität, welcher möglicher Weiſe in der Platte a zurückbleiben kann, jederzeit zu unbeträchtlich iſt, als daß er einen übeln Erfolg haben könnte, indem die Elektricität auf dieſer Platte nie angehäuft wird, ſondern in Anſehung ihrer Menge immer dieſelbe bleibt, oder eher abnimmt. Dahingegen verſtärkt der Verdoppler die Elektricität auf der Platte, welche die urſprüngliche Menge mitgetheilt erhalten hat, bis zu einem außerordentlichen Grade; und weil auch der Ueberreſt größer oder geringer ſeyn muß, je nachdem es die Ladung der Platte iſt, wenn auch nicht genau in eben dem Verhältniſſe, ſo folgt nothwendig, daß der auf der empfangenden Platte des Verdopplers zurückgebliebene Ueberreſt wirklich größer ſeyn muß, als die Menge von elektriſcher Materie, welche ihr anfänglich mitgetheilt worden war.

Den Gebrauch und die Wirkung dieſes Inſtruments erläutert Cavallo durch folgende Verſuche:

1. Man elektriſire ein Elektrometer, warte alsdann einige Zeit, damit ſich dieſe Elektricität zerſtreue, bis die Kügelchen des Elektrometers ſo eben einander zu berühren ſcheinen. Sobald dieß geſchieht, ſo berühre man die Platte a mit dem Elektrometer, damit ſie die geringe Menge von Elektricität mitgetheilt erhalten möge. Hierauf bewege man den Hebel, ſo wird ungefähr nach 10 Vermehrungen die Platte c im Stande ſeyn, ein Elektrometer ſo ſtark zu elektriſiren, daß man wahrnehmen kann, die Elektricität ſey negativ. Setzt man die Vermehrungen noch 10 Mal fort, ſo wird die Divergenz der Kugeln vermehrt, und ſie werden endlich gegen die Flaſche,

in

in welcher das Elektrometer eingeſchloſſen iſt, getrieben, wenn noch andere 10 Vermehrungen erfolgen.

2. Man gieße etwa einen Theelöffel voll Waſſer auf eine glühende Kohle, und halte gleich darauf eine iſolirte zinnerne Platte von 8 Zoll im Durchmeſſer etwa 5 oder 6 Minuten darüber, um den Dampf aufzufangen und zu verdichten. Mit dieſer Platte berühre man alsdann die Platte a, ſo wird etwa nach 4 Vermehrungen das Elektrometer durch die Berührung der Platte c merklich elektriſch werden. Noch 4 Vermehrungen verſtärken die Divergenz des Elektrometers mehr, als erforderlich iſt, um bemerken zu können, daß ſeine Elektricität negativ ſey.

3. Man lege eine glühende Kohle auf die eben beſchriebene Zinnplatte, und laſſe nur zwey Tropfen Waſſer auf ſie fallen, berühre hierauf mit der Zinnplatte die Platte a, ſo wird nach wenigen Vermehrungen die Platte ein Elektrometer ſtärker elektriſiren, als nöthig iſt, um zu bemerken, daß ſeine Elektricität poſitiv iſt.

4. Man halte jene Zinnplatte an ihrem iſolirten Unterſatze, ſchlage ſie dreymal mit der flachen Hand, und laſſe ſie nunmehr mit der Platte a berühren. Nach etwa 30 Vermehrungen erhält das Elektrometer eine hinreichende Menge poſitiver Elektricität.

5. Um die Elektricität der Atmoſphäre zu unterſuchen, ſtecke man anfänglich einen langen Drath in die Hülſe der Platte a, und ſetze ihn der freyen Luft aus; oder noch beſſer, man halte einen iſolirten, etwa 5 Fuß langen und mit Stanniol überzogenen Stock aus dem Fenſter, während deſſen berühre man auch mit der andern Hand den untern Theil des Stocks

etwa 2 bis 3 Sekunden lang. Auf dieſe Art nimmt der Stock, da er frey von Spitzen iſt, eine Elektricität an, welche der ihn umgebenden Luft entgegengeſetzt iſt. Hierdurch theilt man dieſe Elektricität der Platte a mit. Will man die Elektricität des Regens, Schnees, Hagels u. a. unterſuchen, ſo muß man den nämlichen Apparat aus dem Fenſter halten. In dieſem Falle aber darf man den Stock nicht berühren; denn er erlangt hier eben die Elektricität, welche der Regen, Schnee, Hagel u. ſ. beſitzt, nicht die entgegengeſetzte, wie wenn man ihn der Luft ausſetzt.

Endlich hat Bohnenberger t) verſchiedene Verbeſſerungen am Bennetſchen Duplikator der Elektricität angebracht. Er fand von allen Einrichtungen, auf die er gekommen war, eine als die einfachſte, welche die wenigſte Arbeit erfordert, das Inſtrument ſo klein und geſchmeidig zu machen, als man nur will, und befriedigte ihn nach der Ausarbeitung ſo, daß, nachdem er eins mit dreyzölligen Scheiben vollendet hatte, er ſogleich noch zwey andere, eins mit zweyzölligen, das andere mit ſechszölligen Scheiben verfertigte. Wegen dieſes glücklichen Erfolgs des verbeſſerten Bennetſchen Elektricitätsverdopplers unternahm es Bohnenberger, auch eine ähnliche Anwendung an dem Nicholſonſchen Verdoppler vorzunehmen, und auch hier ſchien alles ſeiner Erwartung zu entſprechen.

Auch von dem Cavalloſchen Multiplikator der Elektricität hat Bohnenberger zwey neue Einrichtun-

t) Beſchreibung unterſchiedlicher Elektricitätsverdoppler von einer neuen Einrichtung, nebſt einer Anzahl von Verſuchen über verſchiedene Gegenſtände der Elektricitätslehre. m. Kupf. gr. 8. Tübing. 1793.

tungen angegeben, welche hier zu beſchreiben zu weitläuſtig ſeyn würde.

Zuletzt ſtellt Bohnenberger noch eine Unterſuchung an, in wie weit man ſich auf dieſe Inſtrumente verlaſſen könne. Es iſt bekannt, daß die Scheiben des Bennetſchen Verdopplers, wenn man ſie unmittelbar auf einander legt, wegen der dabey nicht zu vermeidenden Reibung an einander kein zuverläſſiges Werkzeug ſind. Was aber die übrigen Verbeſſerungen deſſelben betrifft, ſo käme es darauf an, ob dieſelben, nachdem man die Scheiben von aller nicht eigenthümlichen Elektricität gänzlich befreyt hätte, ohne vorgängige Mittheilung völlig unwirkſam, und ohne das geringſte Zeichen von Elektricität beym Operiren bleiben? In Anſehung des Bennetſchen Verdopplers laſſe ſich dieß nicht behaupten. Oft ſtellte Bohnenberger einen nach ſeiner erſten Einrichtung bey anhaltender ſehr feuchter Witterung über Nacht in ein feuchtes Zimmer, und trennte ſogar die Scheiben von einander, daß er die eine hier, die andere dorthin legte. Brachte er ſie den andern Tag wieder in das geheitzte Zimmer, ſo war vermittelſt des Bennetſchen Elektrometers keine Spur einer Elektricität an ihnen zu entdecken; hüthete er ſich aber gleich ſorgfältig, ſie zu berühren, und trocknete ſie in der Nähe eines warmen Ofens, ſo zeigten ſich doch faſt immer ſchon bey der 18ten, mannichmal ſelbſt bey der 12ten Berührung der obern und mittlern Scheibe beym Operiren ſichtbare Fünkchen, und bey der 24ſten oder 25ſten eine Exploſion, wiewohl dieſe zu andern Zeiten, der Fünkchen ungeachtet, gänzlich ausblieb, oder erſt nach 30, 40 und mehreren Operationen erfolgte. In dieſem Falle waren die Fünkchen nicht, wie unter gün-

ſtigen Umſtänden, fadenähnlich, ſondern faſt bürſtenförmig, nicht raſch, ſondern matt und ſchwach. Die in den Scheiben auf dieſe Art erregte Elektricität war nicht immer von einerley Art, bald 2 oder 3 Tage hindurch negativ, bald wieder eben ſo lange poſitiv, bald änderte ſie ſich bey jeder Operation, gleichviel, die Platten mochten mit dem Finger oder mit einem Drathe berührt werden.

In Bohnenberger's Inſtrumenten zeigte ſich nur ſelten eine Verdoppelung ohne vorgängige Mittheilung, und immer trat dieſe ſtärker ein, als wenn man dem Duplikator vor der Operation auch nur den geringſten Grad von Elektricität mittheilte. Geſetzt auch, das Inſtrument bewirke ſtets ohne alle Mittheilung eine Verdoppelung, ſo geben doch die Elektrometer der beweglichen Scheibe jederzeit dieſe Art der Elektricität an. Es ſey z. B. ohne vorhergegangene Mittheilung mit negativer Elektricität geſtiegen, ſo iſt dieß ein Zeichen, daß die feſte Scheibe poſitiv elektriſch iſt. Trennt man alſo nun die Scheiben, ſo daß alle drey über ihren Wirkungskreis von einander abſtehen, und berührt eine nach der andern mit dem Finger, ſo wie auch die Kugel, bis in ihnen keine Spur von Elektricität weiter zu entdecken iſt, ſo wird man alsdann mit dem Inſtrumente ſicher operiren können.

Iſt die Subſtanz, die man prüfen will, nicht elektriſch, ſo kann man ſicher darauf rechnen, daß auch bey der fortgeſetzten Operation die Zeichen der Verdoppelung ſpät genug erſcheinen werden, um daraus mit Zuverläſſigkeit ſchließen zu können, daß ſie nicht elektriſch iſt. Hatte dagegen die Subſtanz eine entgegengeſetzte Elektricität mit der mittlern Scheibe, und z. B. gerade ſo viel, daß ſie bey der erſten Mit-

theilung

theilung die Elektricität dieſer Scheibe zerſtörte, ohne mehr zu bewirken: ſo wird ſich nach wiederholter Verdoppelung die Elektricität ſicher bald genug zeigen. Und eben das muß ſchon gleich nach der erſten Mittheilung erfolgen, wenn die Elektricitäten der Subſtanz und der Scheibe gleichartig ſind. In jedem Falle wird alſo das viel frühere oder ſpätere Divergiren der Goldblättchen im Bennetſchen Elektrometer ein ſicher führendes Merkmal ſeyn, woran man ſich halten kann.

Wenn dieſe Maßregeln befolgt werden, ſo, ſagt Bohnenberger, werde man nicht weiter mit Cavallo behaupten dürfen, der Verdoppler ſey von keinem Gebrauche, weil er ſtets von Natur elektriſirt iſt. Ueberhaupt entſtehe die Frage: ſollte es wohl entſchieden ſeyn, daß nach Cavallo's Behauptung in der ganzen Natur keine Subſtanz ſey, welche nicht ſtets mehr oder weniger elektriſirt wäre, und von dem Ueberſchuſſe, den ſie einmal bekommen habe, auf keinerley Weiſe wieder befreyt werden könne? Cavallo ſchien dieß nur daraus geſchloſſen zu haben, weil die Platte ſeines Verdopplers ohne Mittheilung und nach allen möglichen Mitteln, ſie von Elektricität zu befreyen, doch eine Verdoppelung hervorbrachte. Allein es ſey doch immer noch die Frage: ob das nicht aus andern, wenigſtens eben ſo ſichtbaren, Urſachen zu erklären ſey?

Nach Bohnenberger's Meinung wirken zwey iſolirte, unelektriſche, flache Körper ſogleich auf einander, als ſie mit ihren Oberflächen einander genähert werden, und ſich dann nicht mehr ganz in ihrem natürlichen, freyen Zuſtande befinden, ſondern daß dabey entweder ſchon ein Anfang zur Vertheilung ihrer eigen-

eigenthümlichen Elektricitäten gemacht, oder wenigſtens das Beſtreben darnach in ihnen bewirkt iſt. Entferne man ſie wieder von einander, ſo hört auch dieſes Beſtreben auf, und ſie ſind wieder vollkommen, wie zuvor, in ihrem natürlichen Zuſtande. Das Beſtreben nach Vertheilung dauert aber fort, ſo lange ſie einander genähert bleiben, und ſobald der eine auf irgend eine Art durch leitende Subſtanzen mit der Erde in Verbindung kommt, geht dieſes Beſtreben in wirkliche Action über, und in beyder Elektricität geht eine Veränderung vor. Ein Theil des natürlichen + E in dem iſolirt gebliebenen Körper zieht ſich nach der Seite des andern Körpers, und ein Theil ſeines + E weicht zurück. Jenes treibt aus dem mit der Erde in Verbindung getretenen Körper einen Theil ſeines + E hinaus, und zieht dafür — E herbey. Beydes geſchieht in einem ſo äußerſt geringen Grade, daß wohl nie ein Mittel gefunden werden wird, die vorgehenden Veränderungen ſichtbar zu machen.

Indeß iſt doch ſchon der erſte Anfang der Elektricität vorhanden, und es kommt, wie ſchwach man ihn auch denken will, nur auf eine Vorrichtung an, durch welche man das + E, das der eine Körper verliert, dem andern, der immer iſolirt bleibt, zuführt, und wodurch der negative Zuſtand des einen und der poſitive des andern ſo lange vermehrt werden, bis die Luftſchicht, welche beyde Körper trennt, dem Drange der beyden E, ſich wieder ins Gleichgewicht zu ſetzen, nicht mehr widerſtehen kann, und der weitern Anhäufung durch eine Exploſion Grenzen geſetzt werden. Und dieſe Veranſtaltung iſt im Bennetſchen Verdoppler getroffen.

Werden im Bennetſchen Verdoppler die beyden unterſten Scheiben B und C über einander gebracht, ſo

ſo entſteht in beyden auch ohne alle Mittheilung von Elektricität ein Beſtreben nach Vertheilung, das aber, ſo lange beyde iſolirt bleiben, ohne Wirkung iſt. Berührt aber der Finger oder ein Drath die oberſte Scheibe B, ſo verliert ſie etwas von ihrem + E, und wird nach Entfernung des Draths in einigem Grade negativ. Mit der obern Scheibe A nach einem ableitenden Drathe zugedreht, zieht ſich ein Theil des + E dieſer Scheibe aus der obern nach der untern Fläche hin; und da die Capacität nach der untern Scheibe C dadurch erhöht wird, ſo nimmt ſie beym Berühren mit dem Finger oder dem Drathe ſo viel + E wieder an, als die Scheibe B vorhin verloren hatte. In dieſem elektriſchen Zuſtande bleiben die Scheiben, die mittlere negativ, die obere poſitiv, beym Zurückdrehen; und kommt nun zugleich die obere Scheibe A durch einen Drath mit der unterſten Scheibe C, und die mittlere B durch einen Drath mit der Erde in Verbindung; ſo erhält die unterſte C alle Elektricität der oberſten Scheibe A, und die mittlere bleibt eben ſo ſtark negativ, als vorher. Es iſt alſo ſo gut, als wenn das, was bey der erſten Operation der mittlern Scheibe B durch den Körper an Elektricität abgenommen wurde, ſogleich und unmittelbar der unterſten C mitgetheilt worden wäre. Und nun geht die Verdoppelung fort, bis die Exploſion erfolgt.

Bey jeder neuen Operation wirkt die unterſte Scheibe C, an welche die Mittheilung geſchieht, doppelt ſo ſtark auf die mittlere, und durch ſie auf die obere, als bey der vorhergegangenen, und ihre abſtoßende Kraft nimmt alſo in jeder Operation um das Doppelte zu. Iſt das der Fall, ſo muß die Kraft, mit der ſie nach der 24ſten Operation auf die mittlere

Scheibe

Scheibe wirkt, $2^{24} = 8644608$ Mal, und bey der 30ſten $2^{30} = 553254912$ Mal ſo ſtark ſeyn, als die, womit ſie bey der erſten Operation auf die mittlere Scheibe wirkt. Hieraus wird es begreiflich, wie un endlich klein die elektriſche Portion ſeyn müſſe, welche bey der erſten Berührung der mittlern Scheibe aus ihr fortgeht, und wie die untere Scheibe dieſes recht wohl, ohne alle mitgetheilte Elektricität in die mittlere, bewirken kann. Denn laſſe er die Scheiben ſeiner Bennetſchen Verdoppler mehrere Tage und Nächte lang von einander geſondert und mit der Erde verbunden ſtehen; ſo werden ſtets 24 bis 26 Operationen erfordert, bis ſich an dem Elektrometer eine Bewegung wahrnehmen läßt, und nur noch 6 bis 8 Operationen mehr bis zur Exploſion. Daß die Verdoppelung ſo ſchnell bis zum höchſten Grade ſteigt, wenn die Elektrometer ſich noch ſo wenig zu divergiren bequemen, werde hieraus auch begreiflich. Geſetzt mit Cavallo, dieſe Verdoppelung beruhe auf einer urſprünglichen Elektricität der Scheiben, ſollte wohl irgend ein Verſuch möglich ſeyn, bey welchem eine mitgetheilte Quantität elektriſcher Materie ſo klein und ſchwach wäre, und ſollte es irgend eine elektriſche Subſtanz geben, deren Elektricität 8644608 Mal ſchwächer als die wäre, bey welcher das Elektrometer nur eben ſich zu nähern anfängt? Wohl ſchwerlich; dann aber werde man immer mit Sicherheit ſchließen können, daß die unterſuchte Subſtanz, die nicht frühere Zeichen der Verdoppelung als ohne alle vorgängige Mittheilung gibt, gar keine Elektricität gehabt habe. War ſie elektriſch, ſo war ſie es ſicher in einem wohl höhern Grade als die Scheibe des Verdopplers, und mußte daher die Verdoppelung beſchleunigen. Er glaube daher nicht, was Cavallo behaupte,

haupte, daß man ſich, dieſer urſprünglichen Elektricität wegen, auf den Bennetſchen Verdoppler nicht verlaſſen könne, und halte ihn in jedem Betracht für ein zuverläſſiges Inſtrument, wenn man ſich ſeiner nur mit gehöriger Vorſicht bediene.

Nehme man mit ihm die Operation ohne vorgängige Mittheilung an, ſo werde nicht immer einerley Elektricität hervorgebracht. Oft erhielt er Vormittags oder Nachmittags, oder an zwey auf einander folgenden Tagen die entgegengeſetzten Elektricitäten, welches ſeinen Grund in zufälligen und veränderlichen Umſtänden haben mochte, z. B. in der Beſchaffenheit der Atmoſphäre und deren Veränderungen, in den Dünſten im Zimmer, in der Ausdünſtung aus dem Körper des Beobachters, oder aus den Speiſen und Getränken, im Ofendampfe, u. ſ. w.; Umſtände, welche anzugeben freylich unmöglich ſey. Doch ſchiene es eine beſtändige Erfahrung zu ſeyn, daß man in unreiner Luft ſtets — E, in reiner allemal + E erhalte. Er operirte verſchiedene Mal in ſeiner kleinen Schlafkammer gleich nach dem Aufſtehen und erhielt — E, und unmittelbar darauf + E.

Im Nicholſonſchen Verdoppler werde die Verdoppelung auf eine etwas andere Art bewirkt, bey welcher gerade die Ladungen zu fehlen ſcheinen, unter welchen die Verdoppelung ohne Mittheilung geſchehe. Die Scheiben deſſelben und die Körper ſeyen und bleiben während der ganzen Operation insgeſammt iſolirt, ſo daß ſie nie mit der Erde in Verbindung kämen. Das Beſtreben zweyer, die einander genähert wären und auf einander wirkten, könne alſo auch nie in eine Action übergehen, daher ihr Zuſtand immer derſelbe bleiben müſſe, wie oft man auch ihre Stellung verän-

verändern möge. Ueberhaupt iſt Bohnenberger geneigt zu glauben, daß die Verdoppelung nie ohne Mittheilung zu erhalten ſey, und zweifelt daher, ob die Scheiben von aller überflüſſigen Elektricität befreyt geweſen, wenn er nach 200 bis 250 Operationen doch endlich eine Verdoppelung erhalten habe. Man könne den Verſuch wohl hundert Mal wiederholen, ohne auch nur einmal eine Verdoppelung zu erhalten, und habe daher, wenn dieſe erfolge, alle Urſache zu glauben, daß auf irgend eine Art in eine der Scheiben oder in die Kugel Elektricität von außen gekommen, oder in derſelben zurückgeblieben ſey. Selbſt das Abkehren oder Abwiſchen des Staubes von den Scheiben und ihren Glasſäulen, wie gelinde und vorſichtig es auch geſchehe, die Flamme von angezündetem Papier, das Anhängen und Wegdampfen des Athems, u. dergl. könne ſchon Elektricität erregen. Sey ſo etwas mit den Scheiben vorgegangen, ſo müſſe man vom Inſtrumente nicht eher Gebrauch machen, als bis man die Scheiben von einander getrennt, und jede für ſich mit der Erde verbunden, eine Nacht über der freyen Luft ausgeſetzt, habe ſtehen laſſen. Nie habe er, wenn dieß geſchehen ſey, auch nur eine Spur von Verdoppelung ohne vorgängige Mittheilung erhalten.

Wenn andere Elektriker dieſelbe Erfahrung machen ſollten, ſo würde das ein entſcheidender Beweis ſeyn, daß Cavallo falſch geſchloſſen habe, wenn er auf der Beobachtung beſtehe, daß die Scheiben des Verdopplers ſtets von Natur elektriſirt ſeyen, und daß dieß der Grund ſey, warum der Bennetſche auch ohne Mittheilung verdopple. Da, um den Nicholſonſchen in einen Bennetſchen zu verwandeln, weiter nichts erfordert werde, als während der Operation den

Fin-

Finger an die Kugel zu legen, ſo würde es ein ſchöner Beweis ſeyn, daß das Faktum, welches er angebe, gegründet, und die Urſache, die er ſich gedenke, die wahre ſey, wenn das Inſtrument, als Nicholſonſcher Verdoppler gebraucht, nie, als Bennetſcher aber alle Zeit ohne vorgängige Mittheilung eine Verdopplung bewirke.

Was die Behauptung Cavallo's von ſeinem Collektors betreffe, daß dieſer den Fehler des Verdopplers nicht zu haben ſcheine; ſo müßten ſeiner Meinung zu Folge, daß es in der ganzen Natur keine Subſtanz gebe, die nicht ſtets mehr oder weniger elektriſirt ſey, die Rahmen und Zinnplatten des Collektors es eben ſowohl ſeyn, als die Scheiben des Verdopplers. Und wenn ſie es ſeyen, ſo müßten eben die Fehler, die man dieſen vorwerfe, auch jene treffen. Zwar werde man mit dem Collektor, wenn man die Mittheilung an die Zinnplatte mehrere Male wiederhole, ſtets ein ſicheres Reſultat erhalten, indem die wiederholt mitgetheilte Elektricität eine entgegengeſetzte der Zinnplatte bald zerſtöre und überwiege, und eine gleichartige vermehre; allein werde gerade ſo im Verdoppler die Mittheilung wiederholt, ſo finde in ihm daſſelbe ſtatt. Der einzige Fall, in welchem ſich zwiſchen beyden Inſtrumenten der Unterſchied zeige, ſey der, daß der Collektor keine Elektricität anzeige, wo keine ſey, der Verdoppler aber auch ohne mitgetheilte Elektricität ſtets dergleichen zeige, wiewohl immer ungemein viel ſpäter.

Daſſelbe gelte von Cavallo's Multiplikator, von dem Cavallo gleichfalls behaupte, er ſey keinen zweydeutigen Reſultaten unterworfen, indem er eine ſehr kleine Quantität von Elektricität dadurch anzeige,

daß man hintereinander mehrere Portionen von der entgegengeſetzten Elektricität in einer iſolirten Platte anhäufe. Er halte die Wirkungen deſſelben um deßwillen für unzuverläſſig, weil der in der Platte A, welcher die zu prüfende Elektricität mitgetheilt werde, zurückbleibende Antheil von Elektricität nur ſehr unbeträchtlich seyn könne, da auf dieſer Platte die Elektricität mit angehäuft werde, ſondern in Rückſicht ihrer Menge immer dieſelbe bleibe, eher abnehme. Im Verdoppler werde die Elektricität gerade auf die Platte, der man die Elektricität mittheile, bis zu einem außerordentlichen Grade angehäuft und verſtärkt, daher in ihm der Ueberreſt bey poſitiver Elektricität viel größer, bey negativer viel geringer ſeyn, und ſelbſt die anfänglich mitgetheilte Elektricität überwiegen müſſe.

Darum ſey nun zwar kein Zweifel, daß *in der* Platte des Verdopplers, von welcher hier die Rede ſey, immer weit mehr Elektricität zurückbleibe, als in der des Multiplikators; davon könne man ſich bey jedem Verſuche überzeugen; allein da Cavallo ſelbſt ſage, daß man nach jedem Verſuche alle drey Platten A, B, C des Multiplikators mit dem Finger berühren müſſe, um ihnen alle mitgetheilte Elektricität zu entziehen, und das Inſtrument zu einem zweyten Verſuche geſchickt zu machen, ſo könne man ja eben dieſes bey den Platten des Verdopplers thun, und er ſehe nicht ein, warum der Finger bey dieſen nicht auch ſollte bewirken können, was er bey ſeinem Multiplikator bewirke.

In dieſer Periode ſind beſonders die Begriffe von den Leitern und Nichtleitern der Elektricität, oder von den unelektriſchen und elektriſchen Körpern genauer als vorher berichtigt worden.

Man

Man fand gar bald, daß es weder einen vollkommnen Leiter, noch einen vollkommnen Nichtleiter der Elektricität gebe. Prieſtley [u]) hatte oft bemerkt, daß gedörrtes Holz, ja ſogar Holzkohle, welche Nichtleiter ſind, wenn man beym Trocknen des erſtern und beym Verkohlen der andern ſo wenig Hitze als nur möglich anwende, zu den vollkommenſten Leitern werden, die ſogar den Metallen nichts nachgeben, ſobald man ſie einer ſtärkern Hitze ausſetze. Er glaubte daher den Unterſchied zwiſchen Leitern und Nichtleitern darin ſetzen zu müſſen, daß die erſtern Phlogiſton, das mit ihrer Grundmiſchung genau verbunden ſey, die letztern keines oder wenigſtens in einem lockern Zuſtande enthielten; geſteht aber dabey, daß er nicht vermögend ſey, zu erklären, wie dieſe Umſtände den Durchgang der elektriſchen Materie bey einer dieſer Subſtanzen befördern und bey einer andern aufhalten. Deſſenungeachtet glaubt er aber, einen Schritt näher zu der Erklärung eines Hauptunterſchiedes bey natürlichen Körpern gekommen zu ſeyn. Allein leider! hat dieß der Erfolg nicht erwieſen.

Achard [x]) entdeckte, daß Eis bey einem Grade der Kälte, welche noch nicht — 20° nach Reaumür erreicht hat, ein Leiter ſey, bey einem höhern Grade der Kälte aber zum Nichtleiter werde.

Eigene Verſuche mit Metallen, welche Herbert [y]), Hemmert [z]), Volta [a]) und Andere angeſtellt

u) Verſuche und Beobachtungen über verſch. Gattung. von Luft. Th. I. S. 273. Th. V. S. 321.

x) Mémoires de Berlin. 1776.

y) Theoria phaenomenor. electricor. Vindob. 1778.

z) Sur l'électricité des metaux; in Obſervat. ſur la phyſique &c. Jul. 1780. p. 50.

a) In Obſervat. ſur la phyſiq 1783. Mai, Juli, Aôut.

geſtellt haben, haben erwieſen, daß auch Elektricität erregt werde, wenn Metall, nach einer ſchicklichen und nöthigen Vorrichtung, an Metall gerieben wird; welches ein hinreichender Beweis iſt, daß die Metalle keine vollkommene Leiter ſind.

Ueberdem machte Volta die wichtige Bemerkung, daß es Körper gebe, welche weder zu der einen, noch zu der andern Claſſe gezählt werden können. Dieſe Eigenſchaften fand er am trocknen, nicht geröſteten Holze, am Marmor, wenn er in einem Ofen wenigſtens einmal recht durchhitzt worden iſt. Dieſe Art von Körpern leitet zu ſchlecht, als daß ſie den Leitern beygezählt werden könnten; dagegen kann auch durch Reiben zu wenig Elektricität in ihnen erregt werden, als daß ſie elektriſche Körper ſeyn ſollten. Daher nennt ſie Volta Halbleiter, unvollkommne Leiter, und bauete eben auf dieſe ſeinen ſo wichtig gewordenen Condenſator der Elektricität.

Weil es alſo weder vollkommen elektriſche noch vollkommen unelektriſche Körper gibt, ſo haben einige Phyſiker die Eintheilung der Körper in elektriſche und unelektriſche getadelt und verworfen [b]). Allein dieſer Tadel iſt von geringer Erheblichkeit; denn ausgemacht iſt es, daß es Körper gibt, welche in einem auffallenden Grade die Elektricität nicht leiten, dagegen wieder andere, welche die entgegengeſetzte Eigenſchaft in einem hohen Grade haben, und man kann die Eintheilung der Körper in elektriſche und unelektriſche eben ſo gut beybehalten, als die Eintheilung der Körper in elaſtiſche und unelaſtiſche, indem es ebenfalls weder vollkommen elaſtiſche noch vollkommen unelaſtiſche Körper gibt.

Eine

b) Erxleben's Anfangsgründe der Naturlehre. §. 503. Anmerk.

Eine ganz eigene und höchſt unglaubwürdige Vorſtellung von dem Weſen der leitenden und nichtleitenden Körper hat ſich Marat [c]) gemacht. Er glaubte, daß der Unterſchied dieſer beyden Claſſen auf eine mehr oder weniger geſchickte Zuſammenſtellung der Elementartheile der dahin gehörigen Körper beruhe, welche einer gewiſſen Menge elektriſcher Materie binnen einer beſtimmten Zeit entweder den Durchgang zu geſtatten oder zu verſagen im Stande ſey, und behauptete, daß drey Stücke ſich bey der Zuſammenſtellung der Atome dem freyen Durchgange der elektriſchen Materie widerſetzen könnten, nämlich die geringe Gemeinſchaft der Zwiſchenräume, die Kleinheit derſelben, und der Mangel an unterbrochenem Zuſammenhange der Theilganzen.

Dagegen ſehen aber andere Phyſiker mit Recht nicht auf die urſprüngliche Bildung und Zuſammenſtellung der Elementartheile und der Theilganzen, um den Unterſchied der leitenden und nichtleitenden Körper begreiflich zu machen. Vielmehr ſetzen ſie denſelben bloß in die größere oder kleinere Menge von elektriſcher, in den Körpern angehäufter Materie, und in die ſtärkere oder ſchwächere Verwandtſchaft, welche zwiſchen den Körpern und der elektriſchen Materie ſtatt findet, unbekümmert, welches wohl die nächſte Urſache ſeyn müſſe, wodurch die Grade dieſer Verwandtſchaft abgeändert, leitende Körper in nichtleitende, und umgekehrt, umgeändert würden [d]).

Die

c) Phyſiſche Unterſuchungen über die Elektricität; a. d. Franz. überſ. von Chr. Ehrenf. Weigel. Mit Kupf. Leipz. 1784. 8.

d) *Bonnefoy* de l'applicat. de l'électricité à l'art de guerir. Lyon 1782. Der deutſchen Ueberſ. S. 12.

Die Elektriſirmaſchinen erhielten in dieſer Periode einen vorzüglichen Grad der Vollkommenheit. Man war nicht allein bemüht, durch Erfahrungen zu beſtimmen, welche elektriſche Körper am geſchickteſten wären, ſondern auch zu unterſuchen, auf welche Art die Reiber den möglichſt größten Grad der Vollkommenheit erlangen könnten, und wie man dem erſten Leiter die ſchicklichſte Einrichtung zu geben im Stande ſey.

Bisher hatte man zum elektriſchen Körper größtentheils Glaskugeln gewählt; allein um das Reiben auf einer größern Oberfläche zu bewirken, fiel man nun, und beſonders in England, auf den Gebrauch der Glascylinder. Durch wiederholte Verſuche fand man bald, daß nicht alle Glasarten gleich gut zur Erregung der Elektricität ſeyen. Einige Glasarten ſchienen die erregte Elektricität ſo ſtark zu leiten, daß man darauf verfiel, die inwendige Seite mit harzigen Materien zu überziehen, wodurch auch wirklich eine ſtärkere Wirkung der Elektricität hervorgebracht wurde. Endlich aber wurde entdeckt, daß ſolche Gläſer zu den urſprünglich elektriſchen Körpern den Vorzug verdienten, welche in ihrer Miſchung Metalltheile enthalten, indem ſolche Gläſer nicht allein ſehr dicht ſind, und folglich mehrere Theile vom Reibzeuge zu gleicher Zeit berührt werden, ſondern auch dieſe Eigenſchaft beſitzen, daß ſich weniger Schmutz und Feuchtigkeit an ſolche Gläſer anlegen, welche, wie bekannt, der Erregung der Elektricität ungemein hinderlich ſind. Uebrigens hat man gefunden, daß die Farbe des Glaſes nichts zu deſſen größerer oder geringerer Fähigkeit beyträgt, durchs Reiben elektriſch zu werden.

Auch hatte D. Nooth [e]) an dem gewöhnlichen Reibzeuge, das aus einem Kiſſen von rothem Corduan mit Haaren ausgeſtopft beſtand, mehrere Fehler gefunden. Er hatte nämlich aus vielen angeſtellten Verſuchen wahrgenommen, daß ein großer Theil der am Glaſe angehäuften elektriſchen Materie wieder in das Kiſſen zurückgehe, und ſchlug daher vor, ein ſeidenes Kiſſen zu wählen, und überdem an ſelbigem noch ein Stück Wachstaffet anzubringen, welches oben über den Glascylinder gelegt wird. Dieſen Vorſchlag hat Cavallo [f]) zuerſt benutzt, und hiernach eine Einrichtung einer Cylindermaſchine angegeben, welche ſehr einfach iſt und große Vorzüge vor allen vorigen hat. Das Geſtelle dieſer Maſchine beſteht aus einem Brete, welches beym Gebrauch der Maſchine mit zwey eiſernen Klammern an den Tiſch befeſtigt wird. Auf dieſem Brete ſtehen zwey ſtarke hölzerne Säulen ſenkrecht, welche den Glascylinder und das Rad tragen. Aus der meſſingenen Kapſel, worin der eine Hals des Cylinders gefaßt iſt, geht eine ſtählerne Spindel durch die Säule hindurch, und trägt jenſeits dieſer Säule an ihrem Ende, welches viereckig iſt, einen Würtel. Auf der Peripherie dieſes Würtels ſind drey bis vier verſchiedene Einſchnitte, um der veränderten Länge der Schnur nachgeben zu können, welche um den Würtel und den Einſchnitt des Rades gezogen wird. In der andern Kapſel des Cylinders iſt ein kleines Loch, in welches das koniſche Ende einer ſtarken Schraube geht, welche durch die andere Säule durch

e) Philoſoph. Transact. Vol. LXIII. Nro. 35.

f) Vollſtändige Abhandlung der Elektricität. Leipz. 1797. 8. B. I. S. 146 f.

durchgeſchraubt iſt. Das Kiſſen iſt an jedem Ende um zwey Zoll kürzer als der Cylinder, und berührt auf einmal den zehnten Theil, oder lieber noch einen geringern vom Umfange deſſelben. Es beſteht aus einem dünnen mit Haaren ausgeſtopften ſeidenen Kiſſen, und iſt mit ſeidenen Schnüren an ein nach der Krümmung des Cylinders eingerichtetes Holz gebunden; an das äußere Ende dieſes Kiſſens wird ein Leder befeſtigt, welches das Kiſſen ſo bedeckt, daß das Leder zwiſchen dem Cylinder und dem Kiſſen zu liegen kommt; überdem wird noch an dem obern Ende des Kiſſens ein Stück Wachstaffet angebracht, welches als Ueberſchlaglappen oben über den Cylinder gelegt wird. In dieſes Leder wird das elektriſche Amalgama eingerieben. Um das Kiſſen feſt an den Cylinder anzudrücken, dienen entweder ein Paar Stahlfedern, oder ſeidene Schnüre, oder andere Einrichtungen. Die beyden Fäden kommen aus der hölzernen Haube einer ſtarken gläſernen Säule hervor, welche auf dem untern Brete ſenkrecht ſteht. Dieſe Säule hat einen viereckten hölzernen Fuß, welcher ſich in einem Falze in dem untern Brete verſchieben und durch eine Schraube feſt ſtellen läßt. So kann man dieſe gläſerne Säule in jede beliebige Entfernung von dem Cylinder ſtellen, und mithin nach Gefallen das Kiſſen ſtärker oder ſchwächer an denſelben drucken. Auf dieſe Art iſt das Kiſſen vollkommen iſolirt. Wird aber das Iſoliren des Kiſſens nicht erfordert, ſo kann man eine Kette mit einem Häkchen daran hangen, welche mit dem Leder verbunden iſt, und wenn ſie auf den Fußboden herabhängt, ſo iſt das Kiſſen nicht mehr iſolirt.

Der erſte Leiter iſt von Meſſingblech, und ruht auf zwey überfirnißten Glasſäulen, welche mit zwey

meſſingenen Füßen in das Fußbret befeſtigt ſind. Die-
ſer Leiter ſaugt die Elektricität durch die Spitzen des
Zuleiters ein, welche ohngefähr ½ Zoll von der Ober-
fläche des Cylinders abgerückt werden.

Einer der berühmteſten Künſtler in England,
Nairne, hat ſich um die Verbeſſerung der Cylin-
dermaſchinen beſonders verdient gemacht. Man fin-
det eine von dieſem Künſtler vorzüglich für den medi-
ciniſchen Gebrauch eingerichtete Maſchine beym Ca-
vallo beſchrieben. Die Haupttheile dieſer Maſchine
ſind der Glascylinder und die beyden Leiter, welche
ſich alle in einer parallelen Lage befinden. Der Cy-
linder, welcher gemeiniglich ungefähr 7 Zoll im Durch-
meſſer hat, iſt mit hölzernen Kappen verſehen, und
dreht ſich in zwey hölzernen Stücken, die oben auf
zwey ſtarken Glasſäulen aufgekittet ſind. Dieſe Säu-
len ſind in das untere Bret der Maſchine feſt gemacht,
und dieſes wird mittelſt einer Klammer an den Tiſch
angeſchraubt. Unten an dieſem Brete ſind Einſchnitte
gemacht, und in dieſen laſſen ſich hölzerne Stücke
hin und her ſchieben, und mittelſt Schrauben feſt
ſtellen. Das Reibzeug iſt an dem einen Leiter befe-
ſtigt. Es beſteht aus einem ledernen ausgeſtopften
Kiſſen, an deſſen unterm Theile ein Stück ſeidenes
Zeug angeleimt iſt. Letzteres iſt über die Oberfläche
des Kiſſens, nämlich zwiſchen dem Kiſſen und dem
Glaſe, gezogen, geht über den Cylinder hinweg, und
reicht faſt bis an die ſpitzigen Dräthe, welche an dem
andern Leiter befeſtigt ſind, um die Elektricität von
dem Cylinder aufzunehmen. Die Leiter ſind von
Blech und mit einem ſchwarzen Lack überzogen, und
in jedem ſteckt eine belegte Flaſche und eine dünne
belegte Röhre, oder kleine Flaſche, die man ſehen

 kann,

kann, wenn die Deckel weggenommen ſind. An jedem Leiter iſt ein Knopf befeſtigt, um eine Kette daran hängen zu können, und man erhält dann poſitive und negative Elektricität, je nachdem man den einen oder andern Leitern mit der Erde verbindet.

Alle Theile dieſer Maſchine, der Leiter, das Reibzeug, der Cylinder und ſeine Kappen, ſind iſolirt. Cavallo verſichert, daß er nie eine nach andern Grundſätzen gebauete Maſchine von gleicher Größe geſehen habe, welche dieſer in Rückſicht ihrer Wirkung gleich gekommen wäre.

Außerdem hat Nairne dieſer Maſchine einen Ausladelektrometer und mehrere andere Inſtrumente beigefügt, welche zu jeder Abſicht bey der mediciniſchen Elektricität erforderlich ſind.

Adams [g]) beſchreibt ebenfalls zwey Maſchinen, welche beyde mit der des Cavallo übereinſtimmen; bey der einen wird der Glascylinder bloß durch eine Kurbel, bey der andern aber durch ein Rad in Umlauf gebracht. Am Kiſſen fehlt bey dieſen Maſchinen das Leder, worauf ſonſt das elektriſche Amalgama gerieben wird; ſtatt deſſen geht aber ein Stück Wachstaffet vom untern Rande des Kiſſens aus, und verbreitet ſich über den Cylinder ſo weit, daß es beynahe an den Zuleiter des erſten Leiters anſtößt. Der erſte Leiter ſteht nur auf einem einzigen Glasfuße. Der Leiter zur negativen Elektricität iſt an einem hölzernen Arme der Glasſäule, welche das Kiſſen trägt, feſt, und die ganze Maſchine hat ihr Fußbret auf dem Boden des Zimmers.

Nichol-

g) Verſuch über die Elektricität. S. 14 u. f.

Nicholſon[h]) ſuchte die Cylindermaſchinen noch mehr zu verbeſſern. Er iſt der Meinung, daß der von D. Nooth zuerſt angegebene ſeidene Lappen nicht allein dazu dient, den Rückgang der Elektricität von dem Cylinder zu dem Kiſſen zu verhindern, ſondern ſelbſt dieſer Lappen ſey das vorzüglichſte Wirkungsmittel bey Erregung der Elektricität, indem das Kiſſen ganz allein die Stelle vertrete, die Elektricität herzugeben, und den Druck am vordern Theile zu verſtärken. Die Entweichung der Elektricität von der Oberfläche des Cylinders wird nicht ſowohl durch die Dazwiſchenkunſt der Seide, als vielmehr durch eine Bindung verhütet, indem der ſeidene Lappen eben ſo ſtark negativ wird, als der Cylinder poſitiv iſt. Dieſe Sätze wurden durch folgende Verſuche erwieſen. Wenn man das Kiſſen von dem Cylinder um einen Zoll entfernt, und die Elektricität allein durchs Reiben an den ſeidenen Lappen erregen ließ, ſo ſah man einen Lichtſtrom zwiſchen dem Kiſſen und dem ſeidenen Lappen, und der erſte Leiter gab weit weniger Funken. Wurde in dieſen Lichtſtrom eine Rolle Seidenzeug gelegt, ſo verſchwand das Licht, und man erhielt im Conduktor noch weniger Funken. Wurde im Gegentheil eine nichtiſolirte Metallſtange zwiſchen das Kiſſen und den ſeidenen Lappen gelegt, ohne daß ſelbige irgend einen Theil der Elektriſirmaſchine berührte, ſo ſah man einen ſehr ſtarken elektriſchen Strom zwiſchen dem ſeidenen Lappen und der Metallſtange, und der Conduktor gab ſehr viele und ſtarke Funken. Brachte man den Knopf einer Leidner Flaſche an die Stelle der Metallſtange, ſo wurde dieſe mit poſitiver Elektricität gela-

h) Exper. and obſervat. on electricity; in Philoſ. Transact. Vol. LXXIX. P. II. p. 273 ſq. überſ. in Gren's Journal der Phyſik. B. III. S. 49 f.

geladen. Der ſeidene Lappen allein mit einem nach hinten zu angebrachten Stück Zinnfolie brachte viel Elektricität zuwege; mehr erhielt man, wenn das Kiſſen ſtärker angedruckt ward; noch mehr aber, wenn die Hand an den ſeidenen Lappen ſtatt des Kiſſens gebracht wurde. Wenn der Lappen ſehr ſtark war, oder auch mehrere über einander gelegt waren, ſo erhielt man allemal geringere Elektricität, als bey einem ſehr dünnen und einfachen Lappen. Wurde der ſeidene Lappen von dem Cylinder abgenommen, ſo entſtanden zwiſchen beyden Funken, und man fand jenes mit ſchwacher negativer, und dieſes mit poſitiver Elektricität.

Nunmehr unterſuchte Nicholſon, woher es komme, daß durchs Reiben des Kiſſens an dem Cylinder ohne ſeidene Lappen Elektricität in den erſten Leiter geführt werden könne. Er entdeckte, daß in dieſem Falle der hervorſpringende Theil des Kiſſens allein die Elektricität auf der Oberfläche des Cylinders binde, und daß ohne dieſe Bindung nur ſehr wenige Elektricität in den erſten Leiter abgeführt werde.

Wenn man einen ſeidenen Lappen an den Glascylinder ſo anbringt, daß ſeine Enden hinabwärts gehen, und er die Hälfte des Umfangs berührt, der Cylinder aber ſich an einem mit Amalgama verſehenen Leder reibt, ſo wird der Cylinder während der Zeit, da er unter dem ſeidenen Lappen hinweggeht, begierig nach poſitiver Elektricität. Die herannahende Fläche des Glaſes nimmt + E an, und gibt es am andern Ende, wo ſie den ſeidenen Lappen verläßt, wieder von ſich. Wenn daher an der erſten und letzten Berührungsſtelle auf beyden Seiten iſolirte Leiter angebracht ſind, ſo erhält der erſte — E, und der andere + E,

bis

bis die Intenſitäten beyder E ſo groß ſind, als es die Kraft des Apparats bewirken kann. Dieſe elektriſchen Zuſtände beyder Leiter verwechſeln ſich ſogleich, wenn der Cylinder in entgegengeſetzter Richtung gedreht wird. Dieß leitete Nicholſon auf den Gedanken, an einem und dem nämlichen Leiter beyde Elektricitäten rege zu machen, indem man zwey Kiſſen, auf jeder Seite eins, anbrachte, und das Reibzeug mit dem ſeidenen Lappen beweglich machte. Er hat auch hiernach eine Maſchine mit einem Conduktor angegeben, worin beyde Arten von Elektricität durch das einfache Verfahren hervorgebracht werden, daß, um die entgegengeſetzte Elektricität zu erhalten, das lederne Reibzeug abgelöſt, und an dem andern Kiſſen auf der entgegengeſetzten Seite des Cylinders befeſtigt, dieſer aber nun nach der entgegengeſetzten Richtung umgedreht wird.

Außerdem beſchreibt auch Nicholſon noch eine Art, die Elektricität eines Cylinders in einem hohen Grade zu erregen. Er reinigt den Cylinder und wiſcht den ſeidenen Lappen ab. Hierauf läßt er den erſtern an einem mit Talg beſtrichenen Leder ſo lange umlaufen, bis er gleichförmig undurchſichtig geworden iſt; alsdann dreht er ihn ſo lange um, bis der ſeidene Lappen ſo viel Talg abgewiſcht hat, daß er halb durchſichtig geworden iſt. Nunmehr bringt er etwas Amalgama auf ein Stück Leder, vertheilt es gleichförmig, und bringt es an den Cylinder. Die Friktion wird hierbey größer, und das Leder muß nicht eher wieder weggenommen werden, als bis ſie größer zu werden aufhört. Nimmt man aber das Leder alsdann hinweg, ſo wird auch die Maſchine in Anſehung der Erregung der Elektricität in einem beträchtlichen Grade wirkſam geworden ſeyn.

Das

Das Reibzeug der Nicholſonſchen Maſchine beſteht aus einem ſeidenen Lappen, welchen die Kaufleute Perſian nennen, und welcher an ein Stück Leder geleimt iſt. Das Kiſſen wird gegen den Lappen durch eine dünne Spiralfeder, welche in der Mitte auf der Rückſeite des Kiſſens angebracht iſt, angepreßt. Am Zuleiter bedient er ſich nie der Spitzen, ſondern bringt den Conduktor ſelbſt faſt in Berührung mit dem Cylinder.

Was die Stärke der auf dieſe Art erregten Elektricität betrifft, ſo gab eine 5 zöllige Kugel an einer Maſchine mit einem 12 zölligen Cylinder und einem Reibzeuge von $7\frac{1}{2}$ Zoll häufige, über 14 Zoll lange Funken. Eine Verſtärkungsflaſche von beynahe $2\frac{1}{2}$ Quadratfuß wurde bis zur freywilligen Entladung geladen. Die Anzahl der Quadratfuße von der Oberfläche des Glascylinders, welche gerieben werden mußten, um 1 Quadratfuß Beleg zu laden, war wenigſtens 18,03 und höchſtens 19,34.

Während der Zeit, da man in England mit der Verbeſſerung der Cylindermaſchinen beſchäftigt war, ſuchte man auch, beſonders in Deutſchland, Holland, Frankreich und Italien, die Glasſcheibenmaſchinen zu einem höhern Grade der Vollkommenheit zu bringen. Man verfiel bald darauf, ſtatt einer Scheibe zwey Scheiben zu wählen, deren jede auf beyden Seiten an zwey Kiſſen gerieben wurde. Die Wirkungen dieſer Glasſcheibenmaſchinen mit doppelten Scheiben fand man ungemein ſtark, nur bemerkte man anfänglich an ſelbigen die einzige Unvollkommenheit, daß die metallene Achſe der Glasſcheiben ſo viele Elektricität annahm, und in den Fußboden ableitete. Dieſer nicht

geringe

geringe Fehler wurde nachher von Cuthberſon[i]) in Amſterdam dadurch vermieden, daß er die metallene Achſe zwiſchen den beyden Glasſcheiben mit einem gläſernen Ringe umgab, welchen er mit Siegellack an die Scheiben kittete. Alsdann führte er noch die beyden Arme des erſten Leiters zwiſchen die beyden Glasſcheiben bis nahe an den gläſernen Ring hinein, um alle dazwiſchen erregte Elektricität aufzunehmen.

Um aber auch an den Scheibenmaſchinen die negative Elektricität zu erhalten, that le Roy[k]) den Vorſchlag, die Kiſſen an eine Glasſäule zu ſetzen, und zwey Leiter anzubringen, deren einer mit dem Kiſſen, und der andere mit der Scheibe in Verbindung ſtehe. Man erhält hierdurch entweder poſitive oder negative Elektricität, nachdem man den einen oder den andern Leiter mit dem Fußboden verbindet. Wenn beyde Leiter iſolirt bleiben, ſo bekommt der eine poſitive, der andere negative Elektricität, mithin hat man beyde zugleich, jedoch wegen der Iſolirung in einem ſehr ſchwachen Grade.

Die von Ramsden und Cuthberſon angegebenen Scheibenmaſchinen ſind nachher mit einigen Abänderungen von Sigaud de la Fond[l]), dem Grafen von Brilhac[m]), Kohlreif[n]), Franz Maggiotto

i) Abhandlung von der Elektricität, nebſt einer genauen Beſchreibung der dahin gehörigen Werkzeuge und Verſuche; a. d. Holländ. Leipz. 1786. S. 96.

k) *Rozier* obſerv. et mémoir. ſur la phyſique. Tom. V. Janv. 1775. S. 53.

l) Precis hiſtorique et experimental des phénomenes électriques. à Paris 1781.

m) *Rozier* obſervat. et mémoir. ſur la phyſique. May 1780.

n) Lichtenberg's Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte. B. I. St. 3. S. 101 f.

giotto o) und Andern bey Beſchreibung ihrer Maſchinen zum Grunde gelegt worden. Sigaud de la Fond ſuchte nur die Ramsdenſche Scheibenmaſchine dadurch zu verbeſſern, daß er die metallene Achſe dünner machte, um ſie von dem Kiſſen weiter zu entfernen, und daß er den metallenen Theil der Achſe, welcher zwiſchen den beyden Säulen ſich befand, mit überfirnißtem Holze bedeckte. Der Graf von Brilhac gab der Glasſcheibenmaſchine mit doppelten Scheiben die Einrichtung, daß die beyden Scheiben durch Hülfe eines großen Rades, eben ſo wie ſonſt die Glascylinder oder Glaskugeln, in Umlauf gebracht wurden. Kohlreif ſuchte vorzüglich das Reibzeug zu verbeſſern, und gebrauchte übrigens zwey Maſchinen, die eine von Glas zur poſitiven, und die andere von Holz zur negativen Elektricität. Sein Kiſſen war von Leinwand, dünn mit Talg überſtrichen, und mit Amalgama überrieben. Es liegt ganz flach an dem Glaſe an, und hat keinen erhabenen, ſondern platt aufſitzenden Rand, welcher bis zur Berührung des Glaſes mit einem glatten Streifen Seidenzeug beklebt iſt; an der Seite des Kiſſens, wo das Glas beym Umdrehen hervorkommt, iſt außerdem noch ein breiter Streifen Seidenzeug befeſtigt, welcher wieder zurückgebogen wird, damit keine Faſern an das Glas kommen. Die Achſe, welche durch die Scheibe geht, iſt von Holz. Franz Maggiotto nimmt ein Rad von buxbaumenem Holze, im Durchmeſſer 3 Fuß, und ſetzt an den Rand deſſelben 8 Glasplatten von $\frac{1}{2}$ Fuß Breite an, ſo daß ſie um das Rad gleichſam einen Glasring bilden. Sie ſind mit Schrauben an das

Rad

o) Lichtenberg's Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte. B. II. St. 1. S. 137 f.

Rad geklemmt, und die Fugen in einander geſchliffen. Das Reibzeug iſt ein Kiſſen mit Haaren gefüllt und mit Knittergold überzogen. Der erſte Leiter iſt an Haarſeilen iſolirt, und beſitzt zwey Arme, deren einer an der einen Seite und der andere an der andern Seite des Ringes anliegt.

Die ſehr ſtarke Elektricität, welche man bey den Glasſcheibenmaſchinen wahrgenommen hatte, wurde durch D. Ingenhouß an der Elektriſirmaſchine des Herrn von Kienmayer beſtätigt. Dieſe Maſchine beſtand aus einem Spiegelglaſe von zwey Wiener Fuß im Durchmeſſer, und ſtand auf vier Glasſäulen ſo, daß ſelbſt die Kiſſen iſolirt waren, und folglich negative Elektricität erhalten werden konnte. Die Kiſſen waren von Holz, mit Leder und Flanell überzogen, und wurden durch Federn angepreßt. Von den Kiſſen erſtreckten ſich ein Paar Streifen von Wachstaffet beinahe bis an den erſten Leiter. Wenn die Scheibe in Umlauf gebracht ward, welches durch eine einfache Kurbel geſchah, ſo fuhren von einem Kiſſen zum andern Feuerſtröme, welche im Dunkeln, wenn der Conduktor von der Maſchine entfernt war, das ganze Zimmer erleuchteten. Aus dem Conduktor wurden 7 bis 9 Zoll lange Funken herausgezogen.

Endlich wurde auf van Marum's Anrathen eine der größten Glasſcheibenmaſchinen mit doppelten Scheiben durch den berühmten Künſtler Cuthberſon für das Teyleriſche Muſeum zu Haarlem verfertigt p). Dieſe

p) Beſchryving eener ongemenen groote Electrizeermaſchine geplaatſt in Teyler Muſeum to Haarlem, door *Mart. van Marum*. Haarl. 1785. 4. überſ. Beſchreibung einer ungemein großen Elektriſirmaſchine, und der damit

Dieſe Maſchine beſteht aus zwey runden Scheiben, jede von 65 engl. Zoll im Durchmeſſer. Sie ſtehen in paralleler Lage $7\frac{1}{2}$ Zoll weit von einander, ſind an eine gemeinſchaftliche Achſe befeſtigt, werden allein mit einer Kurbel umgedreht, und an 8 Kiſſen, jedes $15\frac{1}{2}$ Zoll lang, gerieben, welche ſich alle an einem beſondern Geſtell befinden. Die Achſe und ein Kreis um ſelbige von 33 Zoll im Durchmeſſer ſind mit einer harzigen Miſchung bedeckt; auch liegt die Achſe auf Glasſäulen, ſo wie überhaupt das ganze Geſtell auf Glasfüßen ſteht. Gemeiniglich werden zwey Menſchen gebraucht, dieſe Maſchine in Bewegung zu ſetzen. Soll ſie aber eine lange Zeit gedreht werden, ſo werden vier Menſchen dazu gebraucht. Mit der Achſe in einer geraden Linie, in einer Entfernung von 68 Zoll von den Scheiben, befindet ſich eine gläſerne 57 Zoll hohe Säule, welche einen kupfernen 22 Zoll langen Cylinder mit kupfernen Kugeln von 9 Zoll im Durchmeſſer am Ende trägt. Dieſer Cylinder hat an dem Ende, welches von der Maſchine abwärts liegt, eine Röhre mit einer Kugel von 4 Zoll im Durchmeſſer. Auf jeder Seite dieſer Maſchine ſteht auch noch eine 57 Zoll hohe Glasſäule mit dergleichen Cylinder. Aus jedem geht ein Arm 14 Zoll lang hervor. Beyde Arme laufen zwiſchen die Scheiben und beſitzen an jeder Seite zum Einſaugen der Elektricität 4 Spitzen. Dieſe drey Hauptſtücke des Conduktors ſind noch durch zwey kupferne Cylinder verbunden. Uebrigens hat der ganze Conduktor $23\frac{1}{2}$ Quadratfuß Oberfläche.

Die

mit im Teyleriſchen Muſeum angeſtellten Verſuche durch Mart. van Marum. Leipz. 1786. 4. Eerſte Verfolg der Proefneemingen, gedaan met Teyler's Electrizeermaſchine. gr. 4. deutſch. Erſte Fortſetz. Leipz. 1788. 4. Zweyte Fortſetz. Deutſch. 1796. 4.

Die Funken, welche aus den vierzolligen Kugeln kommen, geben in einen andern Leiter von 22 Zoll Länge und 8 Zoll Durchmeſſer, der ſich in Kugeln von 12 Zoll Durchmeſſer endigt, über; ſonſt ſteht er auf einer Glasſäule, kann aber zur Ableitung der Elektricität vermittelſt eines Kupferdraths mit den Regenröhren des Gebäudes verbunden werden. Eben hiermit ſind auch die Kiſſen verbunden, und man kann nach Belieben poſitive und negative Elektricität erhalten, weil alles iſolirt iſt.

Man hat dieſe Maſchine mit einer andern von völlig gleicher Einrichtung, woran nur die Scheiben kleiner waren, verglichen, und gefunden, daß die Stärke der Elektricität keineswegs im Verhältniſſe der Größe ihrer Scheiben ſtehe, ſondern daß vielmehr die elektriſche Kraft in einem weit größern Verhältniſſe fortſchreite. Gleichwohl aber iſt die negative Elektricität bey dieſer Maſchine ungleich ſchwächer, als die poſitive, wie dieß ſogleich die Funken beweiſen. Die Urſache hiervon liegt darin, weil die Reiber allein nicht iſolirt werden können, ſondern das ganze Geſtell, und hiermit die beyden Perſonen, welche die Maſchine drehen müſſen, zugleich mit iſolirt werden müſſen. Hierdurch wird der Luft eine allzugroße Fläche ausgeſetzt, und zu viele elektriſche Materie aus der Atmoſphäre angezogen, welche die negative Elektricität ſchwächt.

Die Wirkungen dieſer Maſchine übertreffen alle bisher bekannte. In der Folge ſollen die vornehmſten davon angezeigt werden.

Cuthberſon q) hat außer der in der erſten Schrift angegebenen Elektriſirmaſchine eine kleinere zu dieſer

q) Beſchreibung einer Elektriſirmaſchine und einiger damit

dieſer Abſicht angegeben, um die Verſuche, welche van Marum mit der Teyleriſchen Maſchine angeſtellt hat, im Kleinen ohne großen Koſtenaufwand nachzumachen. Dieſe Maſchine beſteht aus zwey Glasſcheiben, eine jede von 31 Zoll im Durchmeſſer, welche in paralleler Lage 7 Zoll weit von einander entfernt ſind, an einer gemeinſchaftlichen Achſe ſich befinden, und an 8 Kiſſen, jedes 8 Zoll lang und 2 Zoll breit, ſich reiben. Die Scheibenachſe iſt von Meſſing, im Durchmeſſer $1\frac{1}{2}$ Zoll lang, und nahe an den Scheiben mit hölzernen Cylindern umgeben, welche 4 Zoll dick mit einem elekriſchen Kitt überzogen ſind. Auch ſelbſt die Scheiben ſind bis auf 3 Zoll weit von der Achſe mit Siegellack überzogen. Die Achſe liegt auf drey gläſernen maſſiven Säulen, wovon zwey am vordern Theile ſich befinden, eine jede 4 Zoll weit von der Kurbel, die dritte aber den hintern Theil der Achſe trägt. Eine jede Säule iſt aus zwey Stücken zuſammengeſetzt, welche in der Mitte durch einen meſſingenen Cylinder verbunden ſind. Sie ſind übrigens 3 Fuß 4 Zoll hoch. Das übrige Geſtell iſt von Mahagonyholz. Die Achſe hat am vordern Theile, wo die Kurbel ſich befindet, Schraubengänge, um ein Stück maſſives mit Siegellack überzogenes Glas, 10 Zoll im Durchmeſſer und 2 Zoll in der Dicke, daran zu ſchrauben. An der einen Seite dieſes Glaſes iſt ein Stück Meſſing mit einer Schraubenmutter, und an der äußern eine viereckige meſſingene Platte mit einer Schraube befeſtigt. An dieſer ſitzt die Kurbel, welche einen Kreis von 22 Zoll im Durchmeſſer beſchreibt.

Der

mit von Deimann und Paets van Trooſtwyk angeſtellte Verſuche. Leipz. 1790. 8.

Der erſte Leiter beſteht aus 5 hohlen meſſingenen Cylindern. Zwey von dieſen, welche Cuthberſon die Arme nennt, haben die Geſtalt eines Winkelhakens; an dem einen Ende derſelben befinden ſich die Empfangſtücke, welche die Elektricität einſaugen; an dem andern Ende kommen unter einem rechten Winkel zwey Arme hervor, welche ſich in das Hauptſtück des Conduktors endigen. Bey allen Abſätzen dieſer Stücke ſind Kugeln angebracht. Diejenigen Stücke, welche die Elektricität aufnehmen, haben an jeder Seite 5 ſtählerne Spitzen, und ihre Entfernung von der Achſe beträgt 8 Zoll. Der ganze erſte Leiter iſt auf einer 2 Zoll dicken und 2 Fuß hohen gläſernen Säule befeſtigt, welche oben, wo der Leiter aufliegt, in einer Länge von 6 Zoll mit einem dicken Ueberzuge von Siegellack bedeckt iſt, welcher gegen unten zu allmählig dünner wird. Um die Mitte dieſer Säule befindet ſich abermals ein ſolcher Ueberzug von Siegellack. Dieſer poſitive erſte Leiter dient auch zur negativen Elektricität, indem die Empfangſtücke abgenommen werden. Außerdem iſt aber auch noch ein negativer Leiter angebracht, welcher aus einer gebogenen meſſingenen Röhre von 1 Zoll Durchmeſſer beſteht, und 2 Fuß von der hinterſten Säule der Maſchine entfernt iſt. Dieſer dient vorzüglich, um eine Batterie negativ zu laden, wobey ein großer ausgebreiteter Leiter allemal nachtheilig iſt.

Zum Poſitivelektriſiren wird ein Meſſingdrath von $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmeſſer mit dem Gebälke der Maſchine verbunden. Dieſen Drath befeſtigt man an der Decke des Zimmers, führt ihn an der einen Wand bis auf den Boden herab, und von da zwiſchen den Dielen nach der andern Seite des Zimmers fort, wo

er durch ein Loch im Boden bis in eine Grube, die beſtändig mit Waſſer angefüllt iſt, geht. Dieſer leitende Drath iſt auch mit dem Fußſtücke der Maſchine verbunden. Dadurch wird dem Kiſſen die Elektricität aus der Erde zugeführt. Dieſer leitende Drath dient aber auch, die Elektricität, welche einem andern iſolirten Leiter mitgetheilt iſt, wieder abzuführen, wenn nämlich dieſer Leiter mit jenem Drathe durch einen andern leitenden Drath in Verbindung gebracht wird.

Zum Negativelektriſiren nimmt man die Empfangsſtücke von den Armen ab, und ſtellt den Leiter ſo auf die Glasſäule, daß die Arme in einer Vertikalfläche ſtehen, und das obere und untere Ende der Glasſäule, auf welcher die Achſe liegt, berühren. Um die Elektricität, welche die Scheiben durchs Reiben an den Kiſſen erhalten, wegzubringen, werden hier zwey beſondere Stücke gebraucht, welche zu beyden Seiten der Mitte des Fußſtücks zwiſchen die Ränder der Scheiben geſtellt werden. Ein jedes von dieſen beyden Stücken beſteht aus einer maſſiven Glasſäule, oben mit einer hölzernen Bekleidung verſehen, worin das Empfangſtück, welches ſich an dem Arme des erſten Leiters befand, mit ſeiner Kugel geſteckt wird. Auf dieſer Kugel liegt noch eine kleinere Kugel, von welcher ein Drath zum Fußboden herabgeht, und die Elektricität wegſchafft.

Herr van Marum hat ebenfalls die Scheibenmaſchinen zu verbeſſern geſucht, und bereits im Jahre 1789 eine neue Einrichtung der Reibzeuge angegeben [r]). Er bemerkt, daß bey der gewöhnlichen Ver-

r) Lettre de Mſr. *van Marum* à Mſr. le Chev. *Landriani* à Milau contenant la deſcription des frottoirs électri-

Verfertigungsart der Reiber, welche man bey den Scheibenmaſchinen bisher befolgt hat, dasjenige ganz außer Acht gelaſſen habe, was die Erfahrungen des D. Rooth als nöthig gewieſen hätten, um die Rückkehr der erregten elektriſchen Flüſſigkeit nach dem Reibzeug zu hindern. Die Erfahrung hatte ihn ſelbſt gelehrt, daß der Rückgang der Elektricität in das Kiſſen durch den gewöhnlich angebrachten Wachstaffet nicht verhindert wurde, indem man im Dunkeln einen ſehr großen Theil zurückſtrömen ſah. Er ließ daher die Scheiben an Taffet reiben, welcher durch ein mit Sammet überzogenes Holz an das Glas angedrückt ward. Dabey fand er, daß gegen das Zurückſtrömen der Elektricität das einzige Mittel war, das Amalgama auf den Taffet ſelbſt zu bringen, und zwar in einer ſolchen dünnen Lage, daß es durchs Reiben nicht bis an den vordern Theil, d. i. denjenigen, welchen die Scheibe bey ihrem Umlaufe verläßt, fortgeführt wird. Nach vielen Verſuchen gelang ihm folgendes Verfahren am beſten. Auf die Stelle des Taffets, worauf das Amalgama kommen ſoll, wird mittelſt eines Pinſels ein dicker Firniß aus Maſtix, in Terpentinöl aufgelöſt, geſtrichen, und durch ein feines Sieb das Amalgama darauf geſtreut, bis der Firniß ganz bedeckt iſt; nach ein Paar Tagen, wenn er ganz trocken geworden, wird das Stück Taffet mit einem Lappen abgerieben, hierauf mit einem Poliſtahle geglättet, und zuletzt etwas Baumöl mit dem Finger darüber geſtrichen. Noch blieb hierbey

électriques, dont l'effet ſurpaſſe de beaucoup celui des frottoirs ordinaires. à Haarlem 1789. 4. auch im Journal de phyſique. Avril 1789. p. 274 ſq. überſ. in Gren's Journal der Phyſik. B. II. S. 167 f.

bey der Fehler zurück, daß ſich der Taffet runzelte, und ſehr viele Elektricität in die Falten zurückſtrömen ließ. Dieſem Fehler wurde aber durch van Marum dadurch abgeholfen, daß er den Taffet, welcher mit ſeidenen Fäden befeſtigt wird, auf der Platte in den darin befindlichen Löchern mittelſt der ſeidenen Fäden ſo ausſpannt, daß er ganz gleichförmig anſchließt, wodurch alle Runzeln wegfallen. Dieſe Verbeſſerung zeigte ihm die Wirkung 5 Mal ſo ſtark, als bey den gewöhnlichen Reibzeugen. Um auch mit der negativen Elektricität an Stärke der poſitiven näher zu kommen, gibt van Marum folgende Einrichtung an: ein jeder Reiber für ſich wird von einer Glasſäule getragen, die ihn iſolirt, ohne, wie es ſonſt gewöhnlich iſt, das ganze Geſtell zugleich mit zu iſoliren; dabey bedient ſich van Marum eben der von Cuthberſon angegebenen Vorrichtung, bey der poſitiven Elektricität die Arme des erſten Leiters horizontal, bey der negativen aber dieſe vertikal zu ſtellen.

Bey ſeiner Glasſcheibenmaſchine mit einer einzigen Scheibe von 32 Zoll im Durchmeſſer wurden alle dieſe Verbeſſerungen angebracht. Die Wirkungen derſelben betrugen in Anſehung der Stärke etwa $\frac{2}{3}$ von der Stärke der Teyleriſchen Maſchine, an welcher doch ohngefähr der geriebene Rand der Glasſcheiben $3\frac{1}{2}$ Mal größer iſt, als an der van Marumſchen Maſchine.

Außer dieſen Verbeſſerungen des Reibzeugs hat auch van Marum[s]) der Maſchine ſelbſt eine neue Ein-

s) Beſchreibung einer neuen und einfachen Elektriſirmaſchine, aus einem franz. Schreiben an H. Ingenhouß. Haarlem 1791. in Gren's Journal der Phyſ. B. IV. S. 3 f.

Einrichtung gegeben. Statt der gewöhnlichen zwey Säulen, in welchen die Achſe der Glasſcheibe liegt, und mittelſt einer daran befindlichen Kurbel mit der Scheibe zugleich in Umlauf gebracht wird, gebraucht er nur eine einzige Säule mit einem verlängerten Geſimſe, welches zwey kupferne Pfannen hat, durch welche die Achſe der Scheibe hindurch geht, und ſich darin dreht. Die Lage der Reibzeuge iſt horizontal. Statt der ſonſt gewöhnlichen Conduktoren gebraucht van Marum bloß eine Kugel von 9 Zoll im Durchmeſſer, welche vermittelſt einer Kappe auf eine am Fuß der Maſchine befeſtigte Säule gekittet iſt. In dieſer Kugel befindet ſich eine Achſe, um welche ſich ein metallener Bogen dreht, welcher an ſeinen beyden Enden kleine Einſauger beſitzt. Auf der andern Seite der Scheibe befindet ſich ein ähnlicher Bogen aus $\frac{1}{2}$ Zoll dickem Meſſingdrathe, welcher auch an den Enden mit kleinen Einſaugern verſehen iſt, und welchen man um das Ende des Geſimſes, worauf die Achſe ruht, ſo drehen kann, daß die Einſauger an die hintern Theile der Reibzeuge kommen. Der erſtere von dieſen beyden Bogen iſt beſtändig iſolirt, und der andere mit dem Erdboden verbunden. Soll nun poſitiv elektriſirt werden, ſo wird der erſte Bogen vertikal geſtellt, daß ſeine Einſauger an die Glasſcheibe kommen, der andere hingegen ſo, daß ſeine Einſauger das Reibzeug berühren, und folglich dieſem Elektricität aus der Erde zugeführt wird. Soll dagegen negativ elektriſirt werden, ſo werden die Einſauger des erſten Bogens an das Reibzeug gedreht, und der andere wird vertikal geſtellt, ſo daß nun die Einſauger deſſelben die auf der Fläche der Glasſcheibe erregte Elektricität aufnehmen, und in die Erde abführen. Die Einſauger macht van Marum ohne alle Spitzen

in Form von Cylindern mit Halbkugeln begrenzt aus dünnem Meſſingblech, 6 Zoll lang und $2\frac{1}{2}$ Zoll breit; von der Scheibe dürfen ſie bloß um $\frac{1}{8}$ Zoll entfernt ſeyn.

Van Marum [t]) verſuchte ſelbſt ſeine verbeſſerten Reibzeuge an der großen Teyleriſchen Maſchine, ſo wie auch die übrige neue Einrichtung, an derſelben anzubringen. Dieß veranlaßte verſchiedene Abänderungen. Er fand, daß die Reibung der Scheibe an dem Taffet eine ſo ſtarke Friktion verurſachte, daß die Scheibe nicht gedreht werden konnte. Daher ſah er ſich genöthigt, wieder Leder zum Leiter zu gebrauchen, auf welche er das Amalgama ſtrich, und den Taffet ſo daran befeſtigte, daß er das Glas unmittelbar an derjenigen Stelle berührte, wo es das Amalgama verläßt. Das Reibzeug ſelbſt hatte folgende Einrichtung: das Holz war mit einem äußerſt locker geſponnenen, dicken und elaſtiſchen Wollengarn belegt, und mit ſchwediſchem Hundsleder überzogen; auf dieſes ward das Amalgama mit Schweinefett vermengt vermittelſt eines Falzbeins ſo dünn als möglich geſtrichen, und ſelbſt hiervon nahe an den Rand des Taffets ſo viel gebracht, als es hier zur Berührung des Glaſes nöthig war. Auch auf den Rand des Taffets ward ohngefähr in der Breite einer halben Linie etwas Amalgama ſehr dünn geſtrichen. Der Taffet ſelbſt wurde durch Schrauben geſpannt, die ihn an eine Leiſte andrückten, um die Runzeln zu verhüten. Die beyden Reibzeuge eines jeden Paars wurden

t) Seconde lettre de Mr. *van Marum* à Mſr. le Chev. *Landriani* ſur les frottoirs électriques nouvellement appliqués à la Maſchine de *Teyler*; im Journ. de phyſ. Fevr. 1791. überſ. in Gren's Journal der Phyſik. B. VI. S. 70 f.

den endlich durch eine einzige Schraube angepreßt, damit der Druck auf beyden Seiten am Glaſe gleich groß ſey. Dieſe angebrachten Verbeſſerungen bewirkten, daß die Maſchine fünfmal mehr Wirkung that, als ſie vorher in ihrem beſten Zuſtande im Jahr 1786 gethan hatte. Einen Theil dieſer größern Verſtärkung ſchreibt zwar van Marum dem Amalgama zu, den größten Theil aber ſucht er doch in der neuen Einrichtung der Reibzeuge. Zuletzt bemerkt er noch, daß der Taffet, wenn er dieſe verlangte Wirkung äußern ſoll, folgende Eigenſchaften beſitzen müſſe: 1. daß er durchaus nicht leite, mithin auch keine Feuchtigkeit anziehe; 2. daß an ihm keine Unebenheiten anzutreffen ſind, beſonders auf der Seite, welche das Glas berührt; 3. daß er nicht harſch ſey, damit er das Glas gleichförmig berühre; 4. daß er nicht zu dick ſey, damit ſich die Falte, womit er an das Reibzeug befeſtigt wird, nicht zu ſehr über das Leder erhebe; 5. daß er auch nicht zu dünn ſey, um die Elektricität nicht durch zu laſſen. Uebrigens mag er geölt, gefirnißt oder mit Wachs überzogen ſeyn, ſo wird er immer gleich gute Dienſte leiſten. Bey der Vergleichung ſeiner Maſchine mit der Cuthberſonſchen, Nairnſchen und Nicholſonſchen in Anſehung der Stärke fand er die ſeinige weit vorzüglicher, geſteht aber, daß bey den Cylindermaſchinen das Nairnſche Reibzeug am ſchicklichſten ſeyn möge.

Cuthberſon[u]) hat auf Veranlaſſung der verbeſſerten Reibzeuge des Herrn van Marum's dieſelben

u) Abhandlung von der Elektricität, nebſt einer genauen Beſchreibung der dahin gehörigen Werkzeuge und Verſuche. Dritte Fortſetzung, aus dem Holländ. überſetzt mit einigen Zuſätzen. Leipz. 1796. 8.

ſelben noch mehr zu verbeſſern geſucht, und dabey noch verſchiedene andere Entdeckungen mitgetheilt, obgleich mancher Tadel gegen van Marum's Einrichtung ganz ungegründet iſt.

Nach verſchiedenen angeſtellten Verſuchen hält er ſich zu ſchließen berechtigt:

1. Daß das Glas durchs Reiben an einem Kiſſen die Fähigkeit erhalte, Elektricität aus andern Körpern auf der geriebenen Fläche an ſich zu ziehen.

2. Daß, obgleich nur eine Seite des Glaſes gerieben wird, dennoch beyde Seiten der geriebenen Stelle gegenüber negativ werden; nur iſt die Elektricität an der Seite, welche kein Kiſſen hat, in einem geringern Grade erregt, als an der andern Seite, welche mit einem Kiſſen verſehen iſt. Hieraus ließe ſich nach Cuthberſon die Urſache herleiten, warum Cylinder weniger als Scheiben vermögen.

3. Daß die vordere Seite der Kiſſen, d. i. diejenige Seite, an welche der Taffetlappen feſt gemacht iſt, und welche die Scheibe im Umdrehen verläßt, keine geringere Reibung verurſachen müſſe, als die hintere Seite, d. i. diejenige Seite, an welcher kein Taffet ſich befindet, und welche die Scheibe im Herumdrehen zuerſt angreift.

4. Daß die Kiſſen eine ſehr gleichförmige ebene Oberfläche haben müſſen.

5. Daß die Taffetlappen eben ſo genau an das Glas ſchließen müſſen, als die Kiſſen ſelbſt.

Aus allen dieſem iſt überhaupt einzuſehen, daß der Nutzen der Kiſſen hauptſächlich darin beſteht, dem Glaſe die Eigenſchaft zu geben, die Elektricität aus

andern

andern anzuziehen. Der Nutzen der Taffetlappen beſteht nach Cuthberſon's Meinung darin, durch ihre Reibung zu bewirken, daß das Glas dieſe Eigenſchaft behält, und durch dieſes Mittel die von dem Kiſſen empfangene Elektricität an die Stelle des Glaſes hinführt, vor welcher der erſte Leiter ſteht, wo nämlich die Reibung aufhört, und die Elektricität mit einer Kraft nach dem erſten Leiter abgetrieben wird, welche mit der Menge der erregten Elektricität im Verhältniſſe ſteht. Hiernach hat Cuthberſon ſeine Kiſſen folgendermaßen eingerichtet: Das Geſtell des Kiſſens beſteht aus zwey Seitenbretern, ungefähr $\frac{1}{2}$ Zoll dick, welche in ein oberes viereckigtes Holz mittelſt eines Schwalbenſchwanzes gehörig befeſtigt ſind. Zwiſchen dieſen beyden Seitenbretern werden die Kiſſen feſt gemacht. Zur Richtung des Kiſſens, und zu machen, daß die Kiſſen eine gehörige ſtarke Reibung ausüben, dient eine Schraube. Dieſe Schraube geht durch das eine Seitenſtück und wird in dem andern entgegengeſetzten Seitenſtücke eingeſchroben. Da es aber etwas beſchwerlich ſeyn dürfte, ſowohl dieſe, als auch die Mutterſchraube, welche die unterſten Kiſſen feſthält, mit den Fingern umzudrehen, ſo dient zu dieſer Abſicht ein eigenes Inſtrument, welches wie ein Nagel gebildet iſt, ſtatt des Knopfs aber einen Ring beſitzt. Die Spitze dieſes Inſtruments wird durch eines der Löcher, welche durch die Schraubenköpfe gebohrt ſind, geſteckt, wodurch man die Schrauben mit leichter Mühe auf- und zuſchrauben kann, ſo wie es nöthig iſt. Durch den obern Theil des Geſtells geht eine Schraube, um daſſelbe an die Elektriſirmaſchine zu befeſtigen. Die Geſtelle der untern Kiſſen ſind ganz auf die nämliche Art gemacht, ſie können aber nicht eben ſo feſt gemacht werden. Daher

her iſt das untere viereckte Bret mit einer Aushöhlung verſehen, welche eine Schraube faßt, die in das Fußſtück der Maſchine feſt eingeſetzt iſt, und welche vermittelſt einer Mutterſchraube unterhalb des Fußſtücks des Maſchinengeſtells feſt angezogen werden kann. Am Ende der Aushöhlung iſt noch ins Kreuz eine Höhlung gemacht, damit das Kiſſengeſtelle ſo geſtellt werden kann, daß die Kiſſen die Scheibe gleichförmig drücken.

Der Rücken des Kiſſens beſteht aus einem länglicht viereckigen Stücke Holz, ungefähr ½ Zoll dick; Breite und Länge müſſen ſich nach der Größe der Glasſcheiben richten. Cuthberſon hat gefunden, daß bey ſeiner Einrichtung der Maſchine zu Scheiben von 32 Zoll im Durchmeſſer die beſte Länge der Kiſſen ohngefähr 7 Zoll ſey. Dieſes Stück Holz beſitzt zwey meſſingene Stifte, welche in eben ſo viele, durch das Geſtell gebohrte Löcher geſteckt werden, und verhindern, daß die Kiſſen nicht aus ihrer ſenkrechten Stellung weichen können, wenn die Scheiben umgedreht werden. Ein queer übergehendes Stück Meſſing, welches genau in der Mitte des Holzes befeſtigt iſt, an der Hinterſeite rund gefeilt, wird an das eine Seitenbret mittelſt zweyer Schrauben feſt gemacht. Die Kiſſen ſind mit rothem Leder überzogen, mit grobem wollenen Tuch ausgefüllt, und hernach gepreßt, bis die Oberfläche vollkommen platt geworden iſt; hierauf wird der Taffet an das Kiſſen angenäht.

Die Einrichtung der einen in dieſer Schrift beſchriebenen Elektriſirmaſchine iſt in verſchiedenen Stücken von der in ſeiner andern Schrift angeführten verändert worden. Die Empfangſtücke, welche zwiſchen die Scheiben zu ſtehen kommen, ſind ſo eingerichtet,

daß

daß man ſie aufwärts drehen, und in eine vertikale Richtung bringen kann, bis der erſte Leiter an ſeine Stelle geſetzt iſt; alsdann müſſen aber die Empfangſtücke wieder zurückgedreht und in eine horizontale Lage zwiſchen die Scheiben gebracht werden. Um negativ zu elektriſiren, wird die ganze Maſchine auf einen iſolirenden Schemel geſetzt. Uebrigens hat die Maſchine zwey Scheiben, jede von 18 Zoll im Durchmeſſer.

Eine andere Elektriſirmaſchine iſt auch von Cuthberſon beſchrieben, welche ſowohl poſitive als negative Elektricität hervorbringt, ohne daß es nöthig iſt, die ganze Elektriſirmaſchine zu iſoliren. Sie unterſcheidet ſich von den gewöhnlichen Elektriſirmaſchinen bloß darin, daß auf den hölzernen Säulen, worin die Achſe der Scheibe liegt, zwey gläſerne Träger feſt gemacht ſind, worauf die Kappe der Maſchine ruht; mitten auf derſelben befindet ſich ein meſſingener Knopf, welcher horizontal umgedreht werden kann; in der Mitte iſt er mit einem Loche verſehen, durch welches man einen Meſſingdrath ſtecken kann. Dieſer Drath dient ſtatt eines negativen Leiters. Der poſitive Leiter und alle übrige Stücke bleiben eben ſo, wie bey andern Scheibenmaſchinen.

Reiſer [x]) in Mühlhauſen im Sundgau hat ſich ebenfalls bemüht, die Scheibenmaſchinen zu verbeſſern. Er legt hierbey die Scheibenmaſchinen des Herrn Sigaud de la Fond zum Grunde. Noch genauer und ausführlicher iſt die Maſchine des de la Fond vom Prof. Wildt [y]) in Colmar in vielen weſent-

x) Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte. B. VII. St. 3. S. 73 f.

y) Ebendaſ. B. VII. St. 4. S. 77 u. f.

weſentlichen Stücken verändert worden. Die vorzüglichſten Verbeſſerungen, welche **Wildt** mit Hülfe des Künſtlers **Calame** dabey angebracht hat, beſtehen in einer beſſern Faſſung der Scheiben, wodurch das Zerſpringen derſelben verhütet werden ſoll, und in der Anwendung der neueſten Entdeckungen über die Reibzeuge.

Die Kiſſen werden von meſſingenen ſchlangenförmig gewundenen Federn an die Scheibe mit gleicher Stärke angedrückt, welche ſich zwiſchen dünnen Bretern und dem Kiſſen befinden. Dieſe dünnen Breter werden, wenn es nöthig iſt, durch Hülfe einer Schraube der Scheibe näher gerückt, ſo daß die ſchlangenförmigen Federn mehr geſpannt werden, und eben dadurch wird der Druck auf allen Seiten gleich ſtark. Der Rücken des Reibzeugs ſelbſt wird mit einem feinen Tuche überzogen, mit dem iſolirenden Flügel von Wachstaffet, welcher nach **von Kienmayer's** Angabe bey den Scheibenmaſchinen die Stelle des bey den Cylindermaſchinen angebrachten ſeidenen Lappens vertritt, und mit dem amalgamirten Stück verſehen. Dieſes amalgamirte Stück, als Reibtheil des Reibzeugs, iſt gefirnißter Taffet mit Amalgama belegt, und ſchlingt ſich um das Ende des iſolirenden Flügels von Wachstaffet 4 bis 5 Linien weit herum, damit daſſelbe den Rücken des Reibzeugs berühre, wohin die metalliſche Leitung von der feuchten Erde geführt iſt. Die beyden Stücke, der reibende Theil und der iſolirende Flügel, ſind mit 4 Schrauben an den Rücken des Reibzeugs befeſtigt. Um aber den iſolirenden Flügel ausgeſpannt zu erhalten, hat **Wildt** folgende Vorrichtung angebracht: an dem obern hakenförmigen Theile des Rückens iſt ein hölzerner Bogen befeſtigt, wel-

welcher in der erweiterten Fläche der Glasſcheibe liegt, und mit ihrem Umkreiſe concentriſch iſt. Damit aber dieſer Bogen die Elektricität nicht leite, ſo iſt er in Oel geſotten und überfirnißt. Wegen ſeiner Größe, und weil dünnes Holz ſich leicht verwirft, iſt er aus zwey Stücken zuſammengeſetzt. An dieſem Bogen iſt der Taffet mit zwey beweglichen Haken von Meſſing mittelſt daran befindlicher Schrauben befeſtigt. Nach van Marum's angeführter Erfahrung iſt die Wirkung am ſtärkſten, wenn der reibende Theil des Glaſes, ſobald er das Amalgama verläßt, ſogleich in Berührung mit dem überall anliegenden Flügel kommt. Alsdann iſt aber auch der Widerſtand, wie bereits angezeigt worden, am größten. Um nun dieſen Widerſtand ſo viel als möglich zu vermindern, ohne die Elektricität beträchtlich zu ſchwächen, ſo räth Wildt an, das reibende Stück Taffet auf den Taffet zu legen, und wenn dieß noch nicht hinreichend ſey, das reibende Stück nach innen gegen das Glas zu etwas am Ende umzubeugen, oder auch ein kleines Stück Taffet oder feines Tuch unterzulegen, wodurch dieſer reibende Theil weiter vom Flügel abzuſtehen kommt, mithin die Unterbrechung größer und mit ihr der Widerſtand kleiner wird. Es komme hierbey nur darauf an, daß der iſolirende ſeidene Lappen bis zu den Spitzen des Einſaugers reiche; denn im entgegengeſetzten Falle werde ſehr viel elektriſche Materie, noch ehe ſie zu den Spitzen komme, zerſtreut, wenn auch das Reibzeug noch ſo gut wäre.

In Anſehung des Amalgama bemerkt Wildt, daß es mit Schweinefett auf Leder getragen nicht feſt genug halte, und daß zu vieles Fett der Wirkung ungemein ſchade. Er hat daher den Gebrauch der Ca-

caobutter verſucht, welche etwas feſter als Schweinefett iſt, mithin das Amalgama auf dem Leder feſter hält, und nicht ſobald zähe wird; allein auch dieſe verurſachte ihm auf einer andern Seite Schwierigkeiten, indem ſich Theilchen, welche vom Amalgama losriſſen, ſo feſt ans Glas legten, daß er Mühe hatte, ſelbiges davon zu reinigen. Er wählte daher lieber ſtatt des Leders ein Stück gefirnißten Taffet, ſo wie es van Marum angegeben hatte. Nur bemerkt er hierbey, daß er bey einem Verſuche, das Amalgama vermittelſt einer Bleyauflöſung in Baumöl, welches vorher aller ſeiner Feuchtigkeit beraubt worden, auf eine dauerhaftere Art zu fixiren, nach einigen Tagen auf dem reibenden Theile Queckſilberkügelchen gefunden habe, welche er vorher nicht bemerkt hatte; es ſchien ihm daher eine Zerſetzung vorzugehen.

Was die Faſſung der Glasſcheibe betrifft, um dadurch das Zerſpringen derſelben zu verhüten, ſo gibt Wildt folgende Einrichtung an: auf der Scheibe ſind hölzerne Schüſſeln mit Gummilack und etwas Terpentin, in Weingeiſt aufgelöſt, angekittet, welche, wie die Scheibe ſelbſt, in ihrer Mitte eine runde Oeffnung haben, ſo groß, daß die mit einem weichen Leder umwickelte metallene Achſe dadurch paßt. In den Höhlen dieſer Schüſſeln befinden ſich zwey Meſſingplatten, wovon die eine auf der einen Seite des Glaſes an die Achſe feſt angelöthet, die andere aber auf der andern Seite des Glaſes beweglich iſt, welche jedoch durch Stellſchrauben auf die Achſe feſt geſchraubt werden kann. Eine jede von dieſen beyden Meſſingplatten trägt ſechs Schrauben, welche einander gerade gegenüberſtehen. Die hölzernen Schüſſeln werden durch hölzerne Deckel, welche genau auf jene paſſen, geſchloſſen.

ſchloſſen. Dieſe Deckel verhindern zugleich, daß die elektriſche Materie ſich auf die metalliſchen Platten wirft. Die Schüſſeln mit ihren Deckeln ſind von dürrem Birnbaumholz, anfänglich nur grob gedreht, hernach zweymal im Backofen getrocknet, noch ganz warm mit ſiedendem Leinöle eine ganze Stunde lang gekocht, aus dem noch ſiedenden Oele herausgenommen, nachher in die erforderliche Form fein gedreht, und ſogleich mit einer Gummilackauflöſung dreymal überfirnißt, bis ihre Oberflächen ſchön abgerundet und ſpiegelglatt ſind.

Die metallene Achſe der Glasſcheibe iſt aus zwey Stücken zuſammengeſetzt. An dem Ende des einen Stücks iſt eine oblonge Oeffnung gemacht, in welche ein eiſernes Plättchen an dem Ende des andern Stücks nicht ganz genau, ſondern nur ſo paßt, daß ein kleiner Spielraum bleibt. Dieſe Vorrichtung leiſtet vorzüglich den Nutzen, daß, wenn etwa an der Kurbel ſchief gedreht werden ſollte, welches doch nicht allemal vermieden werden kann, dieſes keinen nachtheiligen Einfluß auf die Lage der Glasſcheibe habe. Die Scheibe wird vermittelſt einer Kurbel an der Achſe in Umlauf gebracht.

Der erſte Leiter iſt ein runder, metallener hohler Cylinder, welcher an beyden Seiten in Kugeln ausgeht. Aus der einen Kugel gehen zwey gebogene Arme heraus, an deren Enden ſich die Einſauger befinden. Die gewöhnlichen Schalen, in welchen ſonſt die Spitzen zu ſtecken pflegen, ſind als ſchädlich verworfen worden; an deren Stelle werden länglicht runde Hölzer, welche in Leinöl gekocht und überfirnißt ſind, geſetzt, welche die Spitzen tragen, die durch eine metallene Zwinge mit dem Leiter in Gemeinſchaft ſtehen. In der andern

Kugel des Leiters befindet ſich eine Oeffnung, durch welche eine kleinere Kugel an einer Stange in den Leiter hinein- und herausgeſchoben werden kann. Der ganze Leiter ruht auf zwey hölzernen Pfeilern von Kirſchbaumholz, welche im Backofen gedorrt und 5 Stunden lang in Leinöl gekocht und überfirnißt ſind. Sie ſind in hölzerne, ebenfalls in Oel gekochte Kapſeln gekittet.

Unter dem Fußgeſtelle befinden ſich an beyden entgegengeſetzten Enden herabhangende Dräthe, wovon der eine eine Leitung von dem obern Theile der Maſchine nach der Erde bewirkt. An dieſem obern Theile der Maſchine, ſo wie auch von dem Fußgeſtelle aus, ſind dünnere Dräthe mit dem Reibzeuge in Verbindung, wodurch den Kiſſen die Elektricität aus der Erde zugeführt wird. Der andere zur Erde herabhangende Drath dient, die Erde mit dem erſten Leiter in eine leitende Verbindung zu bringen, zu welcher Abſicht von dem Fußbrete an bis zum erſten Leiter noch ein dünner Drath angebracht wird.

Während der Zeit, da man ſowohl die Cylinder- als Scheibenmaſchinen zu einer größern Vollkommenheit zu bringen ſuchte, geriethen die Naturforſcher unter ſich in einen Streit über die Frage, ob die Cylindermaſchinen oder die Scheibenmaſchinen die meiſte Elektricität erzeugten? Seitdem die große Teyleriſche Scheibenmaſchine verfertigt und ihre erſtaunende Wirkung bekannt wurde, ſchien es entſchieden zu ſeyn, daß die Scheibenmaſchinen eine weit größere Wirkung hervorzubringen im Stande ſeyen, als die Cylindermaſchinen. Man glaubte die Gründe vorzüglich darin zu finden:

1. Werde durch das Anbringen der vier Kiſſen an den Scheiben eine weit größere Reibfläche verurſacht, als bey den Cylindermaſchinen durch ein einziges Kiſſen, und

2. ſey man bey den Scheiben im Stande, die Oberfläche des elektriſchen Körpers viel weiter auszudehnen, als es bey Cylindern möglich ſey.

Bohnenberger [z]) ſuchte eine Berechnung anzuſtellen, woraus er beſtimmt folgern wollte, daß die Scheibenmaſchinen den Cylindermaſchinen allerdings vorzuziehen ſeyen. Dagegen bemerkte aber Kühn [a]), daß Bohnenberger Data vorausgeſetzt habe, welche gar nicht angenommen werden könnten, und zeigt, daß Cylindermaſchinen nicht allein an Wirkſamkeit den Scheibenmaſchinen gleich kommen könnten, ſondern daß ſie auch den Scheibenmaſchinen theils wegen der geringern Koſten, theils wegen der bequemern Behandlung, und theils auch wegen der geringern Gefahr des Zerbrechens des elektriſchen Körpers weit vorzuziehen ſeyen. Auch bemerkt Lichtenberg [b]), daß nach Nicholſon's genauerer Berechnung ein gläſerner Cylinder von 9 Zoll im Durchmeſſer mit einem Reiber von $7\frac{1}{2}$ Zoll Länge gerade ſo viel leiſtet, als van Marum's eigene Maſchine aus zwey Scheiben von 33 Zoll, welche faſt 30 Mal ſo viel koſtete. Dagegen erinnert aber der

z) Dritte Fortſetzung ſ. Beſchreibung neuer Elektriſirm. S. 11 f.

a) Die neueſten Entdeckungen in der phyſikaliſchen und medic. Elektric. Leipz. 1796. 8. S. 50 f.

b) Erxleben Anfangsgründe der Naturlehre. Anmerk. zu §. 500.

der Ueberſetzer der neueſten Schrift von Cuthberſon c), daß dieſe von Nicholſon angegebenen Beſtimmungen keineswegs beſtehen könnten. Er wiſſe zwar nicht, nach welchen Thatſachen Nicholſon dieſe Berechnung angeſtellt habe; ſollte ſie aber wirklich geſchehen ſeyn, ſo habe entweder Nicholſon die neuen Verbeſſerungen von van Marum nicht gewußt, oder er könne, wie gewöhnlich, nichts für gut finden, was nicht engliſchen Urſprungs ſey. Vergleiche man die Angaben von Nicholſon mit denen von van Marum, ſo ergebe ſich ſogleich die Unrichtigkeit der Behauptung. Nach Nicholſon muß man ſeinen 9zölligen Cylinder 11,7 Mal umdrehen, um 1 Quadratfuß Belegung zu laden, und dazu werden $5\frac{1}{2}$ Sekunde Zeit verlangt; auch muß er $18\frac{1}{2}$ Quadratfuß reiben, um jene Ladung zu bewirken. Van Marum ladet in ſeiner doppelten 32zolligen Maſchine im Mittel 15 Quadratfuß Belegung mit 15 Umdrehungen, folglich 1 Quadratfuß mit 1 Umdrehung. Da nach Cuthberſon's Angaben die Marumſchen Kiſſen ohne Nath 100 Zoll lang ſind, ſo iſt die geriebene Fläche an allen 4 Flächen der beyden Scheiben 2464 Quadratzoll = 19,2 Quadratfuß, alſo die zur Ladung von 1 Quadratfuß Belegung nöthige geriebene Fläche ſo groß, wie bey Nicholſon. Da aber Cuthberſon gezeigt hat, daß die Marumſchen Kiſſen 3 Zoll zu lang ſind, und nur 7 Zoll lang ſeyn ſollten, ſo iſt die geriebene Fläche bey einer Umdrehung nur 2198 Quadratzoll = 15,2 Quadratfuß, und ſo viel iſt zur Ladung von 1 Quadratfuß nöthig, folglich erregt die Marumſche Maſchine beſſer als die Nichol-

c) Abhandlung von der Elektricität. Dritte Fortſetz. Leipz. 1796. 8. S. 97.

Nicholſonſche. Da endlich eine Umdrehung gar füglich in weniger als einer Sekunde gemacht werden kann, mit dem Cylinder aber zu $1\frac{1}{2}$ Umdrehung $5\frac{1}{2}$ Sekunden erfordert werden, ſo wirkt die Scheibenmaſchine in gleicher Zeit ſechsmal ſtärker. Würden nun noch mit Ladung ſehr großer Batterien von 4 bis 500 Quadratfuß Proben angeſtellt, ſo würde der Cylinder vielleicht gar nicht im Stande ſeyn, dieſelben voll zu laden. Was endlich den Preis betrifft, ſo wiſſe er nicht, wie Nicholſon rechne. Geſetzt auch, die Marumſche Maſchine koſte 600 Gulden, ſo müſſe nach dem angegebenen Verhältniß eine Cylindermaſchine 20 Gulden koſten. Er habe aber mehrere mit 7zölligen Cylindern und einigen Flaſchen mit 100 Thalern bezahlen ſehen. Er getraue ſich aber, eine Marumſche Maſchine um 150 bis 200 Gulden zu verſchaffen, und ſo theuer ſeyen engliſche Cylindermaſchinen beynahe auch.

Es war ſchon längſt bekannt, daß die gute Wirkſamkeit einer Elektriſirmaſchine vorzüglich auch von einer guten und ſchicklichen Form des erſten Leiters abhange. Seit langer Zeit war man ſchon der Meinung, daß unter zwey Leitern von derſelben Maſſe derjenige die meiſte elektriſche Materie aufnehme, welcher die größte Oberfläche beſitzt. Dieſen wichtigen Gegenſtand ſuchte Volta [d]) durch unwiderſprechliche Verſuche in ein helleres Licht zu ſetzen. Er ſagt, es ſey bewieſen und von allen Phyſikern angenommen, daß die Wirkſamkeit der Leiter nicht mit ihrer Maſſe, ſondern mit ihrer Größe und Oberfläche im Verhältniß ſtehe. Daher gebe man den Leitern, um ſie eben ſo

d) *Rozier* journal de phyſiq. 1779.

ſo wirkſam als bequem zum Gebrauche zu machen, eine cylindriſche Geſtalt, weil es zu nichts dienen würde, wenn man ſie ganz maſſiv machen wollte. Ueberhaupt müſſe man den Leitern eine anſehnliche Größe und Oberfläche zu geben ſuchen.

Volta bemerkt, daß noch Niemand, ſo viel er wiſſe, wahrgenommen habe, daß von zwey Leitern von gleicher Oberfläche derjenige, welcher am längſten ſey, eine ſtärkere Wirkſamkeit äußere, als derjenige, welcher dicker, oder breiter iſt. Einige Verſuche, welche auf die Wirkung der elektriſchen Atmoſphären eine Beziehung hatten, gaben ihn zu dieſer Entdeckung Gelegenheit, und ſetzten ihn zugleich in den Stand, folgende Sätze feſtzuſtellen: Die Größe eines Leiters hat auf ſeine Wirkſamkeit weit geringern Einfluß, als ſeine Länge; die kugelrunde Geſtalt ſchickt ſich am wenigſten zu Leitern, beſſer die cylindriſche; ſelbſt bey den Cylindern iſt der Vortheil, welchen man von der Vergrößerung des Durchmeſſers zu gewinnen glaubt, wo nicht ganz und gar eingebildet, doch wenigſtens ſehr klein und ungleich geringer, als derjenige, welchen man erhält, wenn man ihnen eben ſo viel Oberfläche in der Länge gibt; mit einem Worte, es hilft wenig, wenn ein Leiter ſehr dick, aber viel, wenn er ſehr lang iſt.

Um alle dieſe Sätze entſcheidend darzuſtellen, nahm er drey hölzerne Cylinder, wovon der erſte 1 Fuß lang war, und 4 Zoll im Durchmeſſer hatte; der andere doppelt ſo lang und halb ſo dick, und der dritte 8 Mal länger, und eben ſo viel Mal dünner, als der erſte. Die Oberflächen dieſer Cylinder waren einander gleich; ſie enthielten nämlich, ohne die ſphäriſchen, an ihren Enden befindlichen Köpfe mit zu

rechnen,

rechnen, 1 Quadratfuß. Alle drey waren überſilbert, und ſehr polirt.

Nach dem allgemein angenommenen Geſetz, daß die Wirkſamkeit der Leiter im Verhältniß mit ihren Oberflächen ſteht, würden dieſe Leiter haben fähig seyn müſſen, eine gleiche Menge elektriſcher Materie aufzunehmen und zu behalten. Der dickſte Cylinder mußte ſogar eine größere Menge elektriſcher Materie in ſich enthalten, weil er wegen der Dicke ſeiner Köpfe eine größere Oberfläche hatte; allein Volta fand gerade das Gegentheil; denn der zweyte enthielt eine weit beträchtlichere Menge elektriſcher Materie, als der erſte; und der dritte war ungleich ſtärker, als einer von den beyden erſtern, und ſogar ſtärker, als dieſe beyden zuſammengenommen, geladen. Hierbey entſtand aber die Frage, ob es nicht Grenzen gebe, wo die vermehrte Länge der Leiter nicht mehr die verringerte Dicke derſelben erſetze? Volta hat auch dieſe Frage zu beantworten geſucht. Er zeigt, daß ſich die Elektricität in der Luft verliere, wenn der Durchmeſſer des Leiters nicht größer ſey, als von einem ſtarken Kupferdrathe, und daß dieſes folglich die Grenzen ſind, über welche die Verringerung der Dicke der Leiter nicht ausgedehnt werden dürfe. Wäre dieß nicht, ſetzt Volta hinzu, ſo würde ein dünner Kupferdrath, der aber lang genug wäre, um eine Oberfläche von 1 Quadratfuß auszumachen, einen weit wirkſamern Leiter abgeben, als ein Cylinder von 8 Fuß Länge und 6 Linien im Durchmeſſer. Er würde unſtreitig einen größern Grad von Wirkſamkeit haben, weil eine beträchtlichere Zeit nöthig iſt, ehe er den nämlichen Grad von Stärke, welcher durch das Auseinandergehen von Fäden angedeutet wird, erhält, und weil folglich,

 bey

bey einem gleichen Grad der Stärke, der aus dieſem Leiter gezogene Funke weit ſtärker ſeyn und eine weit heftigere Erſchütterung verurſachen würde. Volta findet daher den Durchmeſſer von 6 Linien für überſilberte Stäbe mehr als hinreichend, um ihnen den höchſten Grad der Stärke zu geben. Hiernach hatte ſich Volta einen Leiter verfertigt, welcher eine erſtaunende Menge elektriſcher Materie in ſich faßt, und deſſen Funken eine kaum auszuhaltende Erſchütterung verurſachen. Er beſteht aus 12 Stäben von der angegebenen Größe und Geſtalt, welche zuſammengenommen 96 Fuß lang ſind, und nur 12 Quadratfuß Oberfläche haben; folglich nicht mehr, als ein Cylinder, welcher 6 Fuß lang und 8 Zoll im Durchmeſſer iſt. Wenn man aber dieſe Stäbe in eine lange Reihe ſtellt, ſo übertreffen ſie in Anſehung der Menge der elektriſchen Materie, welche ſie aufnehmen können, und in Anſehung der Stärke ihrer Wirkungen eine ähnliche Röhre.

Volta's Entdeckung gilt aber bloß von der einfachen Elektricität. Denn wenn man Verſuche mit der verſtärkten und erſchütternden Elektricität anſtellen will, ſo thut ein kugelförmig geſtalteter Leiter weit beſſere Dienſte als ein cylindriſcher, bey welchem ſich eine Flaſche weit langſamer ladet, als bey jenem. Uebrigens würde man ſich auch ſehr betrügen, wenn man glauben wollte, daß man deſto größere Funken aus dem Leiter herausziehen könne, eine je größere Ausdehnung man demſelben gäbe. Ein Leiter, welcher 10zollige Funken gibt, in Verbindung mit einem zweyten Leiter gebracht, deren Dimenſionen nach Volta's Vorſchriften eingerichtet, d. h. 8 Ellen lang, ½ Zoll dick und mit Kugeln an beyden Enden verſehen

ſehen wären, würde nur Funken von 1 Zoll Länge geben. Allein dieſe Funken würden auch von einer ſolchen Intenſität ſeyn, daß ſie ſehr lebhafte Erſchütterungen in den Ellenbogen-Gelenken verurſachen würden. Um alſo bloß in die Augen fallende Funken von einer anſehnlichen Länge aus dem Leiter zu ziehen, beruht alles darauf, daß man ein gutes Verhältniß zwiſchen der Erregbarkeit des urſprünglich elektriſchen Körpers und der Größe des erſten Leiters auffinde. Ueber dieſen wichtigen Punkt ſind aber noch wenig Unterſuchungen angeſtellt worden. Bloß ein einziger Aufſatz hierüber findet ſich in den Materialien für Elektriker e). Es wurden nämlich bey einer Zeugmaſchine, deren Cylinder 3 Fuß lang und 2 Fuß im Durchmeſſer war, ſieben Leiter verſucht, und die Länge der Funken, welche einem jeden dieſer Leiter abgewonnen werden konnten, mittelſt eines allgemeinen Ausladers von Henley beſtimmt.

Der erſte Leiter war 3 Fuß 4 Zoll lang, und hatte 1 Fuß 8 Zoll im Durchmeſſer; der andere hatte eine Länge von 5 Fuß, und im Durchmeſſer 10 Zoll; der dritte war 1 Fuß 10 Zoll lang, und im Durchmeſſer 4 Zoll; der vierte 10 Zoll lang und 4 Zoll im Durchmeſſer; der fünfte 2 Fuß 3 Zoll lang, und 1 Zoll im Durchmeſſer; der ſechſte 2 Fuß lang, und im Durchmeſſer 1 Zoll; der ſiebente 1 Fuß 6 Zoll lang, und ½ Zoll im Durchmeſſer.

Die aus dem erſten Leiter gezogenen Funken betrugen 4½ Zoll in der Länge, und waren ſehr ſtark. Die Funken aus dem zweyten Leiter waren nur 3 Zoll lang. Wurden hingegen dieſe beyden Leiter mit einander verbunden, ſo betrug alsdann die Länge der Funken

e) Zweyte Lieferung. S. 95-103.

ken bey einer freywilligen Entladung des Leiters gegen das Elektrometer $3\frac{3}{4}$ Zoll.

Der vierte Leiter gab $1\frac{1}{2}$zollige Funken; der fünfte und ſechſte Leiter gaben beyde Funken von 1 Zoll Länge; der ſiebente Leiter endlich hatte nur $\frac{1}{2}$ Zoll lange Funken.

Um aber die Leiter genauer zu prüfen, bediente man ſich ſtatt des Henleyſchen Elektrometers einer Verſtärkungsflaſche von 88 Quadratzoll Belegung. Der Laueſche Funkenmeſſer wurde 1 Zoll weit von der Kugel der Flaſche entfernt. Die 6 erſten Leiter ladeten die Flaſche bis zur freywilligen Entladung mit 10 Umdrehungen des Cylinders; und eben dieſe Anzahl der Umdrehungen war nothwendig, um die Flaſche an den beyden erſten mit einander verbundenen Leitern zu laden. Nur allein der ſiebente Leiter machte eine Ausnahme; denn die Flaſche entladete ſich an ihm ſchon bey 8 Umdrehungen des Cylinders. Daſſelbe erfolgte, wenn man ſich eines bloßen Draths von 8 Zoll Länge als erſten Leiters bediente. Hieraus wurde geſchloſſen:

1. Daß viel auf den Flächeninhalt des erſten Leiters ankomme, ob lange oder kurze Funken aus demſelben gezogen werden können, und daß daher die Dimenſionen des erſten Leiters ſchlechterdings mit angegeben werden müſſen, wenn man die Länge der Funken als einen Beweis der Stärke einer Maſchine brauchen will.

2. Daß man aus Verſuchen beſtimmen müſſe, welche Größe des erſten Leiters ſich am beſten zu dem urſprünglichen elektriſchen Körper ſchicke, um aus demſelben die größten Funken heraus ziehen zu können.

3.

3. Daß es beſſer ſey, den erſten Leiter zu groß, als zu klein zu machen, weil im erſten Falle die Funken zwar kürzer, aber deſto kraftvoller ſind.

4. Daß die große Teyleriſche Maſchine, ſo anſehnlich auch die Funken des erſten Leiters ausfallen, dennoch größere Funken geben müßte, wenn die Oberfläche dieſes Leiters größer und der erregten Elektricität mehr proportionirt gemacht worden wäre.

Auch fing man in dieſer Periode an, ſtatt der Einſaugeſpitzen Empfangſtücke ohne Spitzen an die Maſchine zu bringen. Im Jahre 1782, wo Cuthberſon ſeine Abhandlung von der Elektricität herausgab, hat er ſich bereits Empfangſtücke ohne Spitzen an beyden von ihm beſchriebenen Maſchinen bedient, ohne jedoch den Grund anzuzeigen, warum er eine ſolche Aenderung getroffen habe. Seine Empfangſtücke beſtanden aus einem ſtarken Meſſingdrathe von der Länge der Reibzeuge, deſſen beyde Enden mit Kugeln verſehen waren. Dieſe Einrichtung wurde in England zuerſt nachgeahmt. Nicholſon verſichert in ſeinem Aufſatze vom Jahre 1789, daß er ſich niemals der Spitzen als Zuleiter bediene.

Van Marum bemerkt f), daß er an den einſaugenden Armen der Leiter der Scheibenmaſchinen, welche mit Spitzen ſind, den Fehler wahrgenommen habe, daß die Spitzen, welche der Achſe am nächſten ſind, Strahlen gegen die Achſe und gegen die Reiber, oder gegen die bloßen Reiber ſchicken, wenn die Achſe gut iſolirt iſt. Er thut, als wenn er von Cuthberſon's und Nicholſon's Verbeſſerungen dieſer Art gar

f) Beſchreibung einer neuen Elektriſirmaſchine. Zweyte Fortſ. Leipz. 1798. 4. S. 65. 66.

gar nichts weiß, und führt an, daß er zur Verminderung dieſes Fehlers im Februar 1790 den Verſuch gemacht habe, ob walzenförmige Leiter ohne Spitzen nicht eben ſo gut zu einſaugenden Leitern dienen könnten, wenn ſie nicht über $\frac{1}{8}$ Zoll von der geriebenen Fläche entfernt würden? Da er nun dieſen ſeinen Verſuch gut fand, ſo ließ er die Spitzen weg. Dieſe Einſauger waren 2 Walzen von 6 Zoll Länge und $2\frac{1}{2}$ Zoll Breite, aus dünnem Kupfer, welche ſich in 2 Halbkugeln endigten.

Nach der Zeit haben mehrere Künſtler walzenförmige Einſauger ohne Spitzen an den Maſchinen angebracht, und dazu nicht Metall, ſondern halbleitendes Holz gebraucht.

Bey der großen Teyleriſchen Maſchine hat van Marum [g]) wahrgenommen, daß die Glasſäulen, welche den erſten Leiter trugen, die demſelben zugeführte Elektricität größtentheils abführten. Daher ließ er kurz unter dem Leiter jede Glasſäule mit einer Kugel von 8 Zoll im Durchmeſſer, die aus Harz und Wachs beſtand, verſehen. Dieſe Vorrichtung entſprach zwar anfänglich der Abſicht völlig: allein die Kugeln erhielten bald Riſſe, und die Elektricität ſtrömte aus dieſen in einer ſolchen Menge heraus, daß nun nicht mehr Kraft in den Leitern übrig blieb, als vorher, da die ſtarke Abſtrahlung nach der noch nicht völlig iſolirten Achſe ſtatt fand.

Endlich kam van Marum auf den Gedanken, daß elektriſirte Körper ihre Kraft nicht durch Spitzen verlieren, wenn dieſe weniger erhöht ſind, als der übrige

g) Beſchreibung einer neuen Elektriſirmaſchine. Leipz. 1786. 4. S. 6.

übrige Theil der Oberfläche. Dieß brachte ihn auf die Vermuthung, daß er vielleicht kein ſchicklicheres Mittel finden könne, das Abſtrömen der Elektricität längſt den Säulen zu verhüten, als ſtatt der Harzkugeln hohle kupferne Kugeln an die Glasſäulen zu bringen, an welchen der untere Rand einwärts gebogen iſt. Als der Verſuch mit ſolchen Körpern 8 Zoll im Durchmeſſer angeſtellt wurde, ſo nahm man demungeachtet an dem untern convexen Rande der Kugeln Ausſtrömungen der Elektricität wahr. Um nun dieſen nachtheiligen Umſtand ganz bey Seite zu ſchaffen, wurde der Durchmeſſer dieſer Kugeln bis auf 1 Fuß vergrößert, und nun hörte alles Ausſtrahlen längſt den Glasſäulen auf. Da es ſchwer iſt, ſolche kugelförmige Körper genau zu verfertigen, ſo hat ſelbſt van Marum bey ſeiner neueſten Elektriſirmaſchine ähnliche Körper von Mahagonyholz angebracht, und verſichert, daß er ſie zur Verhütung der Abſtrahlung der Elektricität längſt den Glasſäulen ſehr gut befunden habe. Statt dieſes Holzes iſt nach Reiſer's [h]) Bemerkung eben ſo gut gedörrtes und in Leinöl geſottenes Kirſchbaum- oder Nußholz.

Eine ähnliche Nachahmung dieſes Gedankens des Hrn. van Marum hat Cuthberſon gemacht, indem er die Iſolirſäule des erſten Leiters mit einem Harzüberzug an zwey verſchiedenen Stellen bedeckt, deren größte Dicke mit der Dicke des Glaſes etwa 4 Zoll, ſeine Länge aber etwas über 8 Zoll beträgt.

Da es bekannter wurde, daß im Backofen gedörrtes Holz ſich als Nichtleiter zeigt, ſo kam Pickel zu Würzburg [i]) auf den Gedanken, ſtatt des Glaſes zum elektriſchen Körper Breter von gedörrtem Holze zu

h) Gothaiſch. Magazin. B. VII. St. 3. S. 74.

i) Experim. phyſ. med. de electricitate. Wirceb. 1778. 8.

zu nehmen. Dieſen ſeinen Gedanken brachte er auch mit Erfolg in Ausübung.

Kohlreif[k]) in Petersburg gebrauchte bey ſeiner Glasſcheibenmaſchine hölzerne Scheiben, wenn er negative Elektricität erhalten wollte. Dergleichen verfertigt man aus wenig harzigem Holze, und durchbohrt ſie mit vielen kleinen Löchern, damit die von den hintern Reibern erregte Elektricität ſogleich zu den Auffangsſpitzen des Conduktors komme, welches ſonſt nicht erfolgen würde, weil das Holz die elektriſche Materie nicht ſo leicht über ſeine Oberfläche gehen läßt, als das Glas. Hierauf wird die Scheibe geglättet, und über einem ſtarken Kohlenfeuer geröſtet, nicht aber gebrannt. Die Reiber hierzu ſind kurzhaariges Rauchwerk, als z. B. Maulwurfsfell u. ſ. w. Die ſeidene Einfaſſung, welche Kohlreif dem Kiſſen zur poſitiven Elektricität gibt, ſcheint ihm hier überflüſſig zu ſeyn. Gleich nach dem Röſten wird die Scheibe, welche ſich gewöhnlich etwas zu krümmen pflegt, zwiſchen weiches Papier gelegt, und mit Gewichten beſchwert.

Van Marum[l]) ſchlug ſtatt des Glaſes eine Scheibe von Gummilack vor, deren unterer Theil in ein Gefäß von Queckſilber reicht, und ſich beym Umlaufen an daſſelbe reibt. Dieſer Vorſchlag hat aber keinen Beyfall gefunden.

Schon im Jahre 1772 rieth Ingenhouß[m]) wegen der Zerbrechlichkeit und Koſtbarkeit großer Glas-

k) Gothaiſches Magazin. B. I. St. 3. S. 10.

l) Abhandlung über das Elektriſiren; a. d. Holländ. von Möller. Gotha 1777.

m) Vermiſchte Schriften von Molitor. Wien 1784. gr. 8. B. I. S. 181.

Glasſcheiben runde mit Copal- oder Bernſteinfirniß überzogene Pappendeckel zu gebrauchen.

Zum bequemen Gebrauch im Kleinen beſchreibt er eine von ihm im Jahr 1780 erfundene Maſchine, welche wenigen Beſchädigungen ausgeſetzt iſt, und an der Wand aufgehängt werden kann. Der elektriſche Körper iſt ein ſtarkes 8 bis 9 Zoll breites und $2\frac{1}{2}$ bis 3 Fuß langes Stück Seidenzeug, welches mit einem Firniß oder einer in Weingeiſt gemachten Siegellackauflöſung überzogen iſt, und zwiſchen einer doppelten Kupferplatte, die mit Hirſchhaut oder Katzenfell überzogen iſt, gerieben wird. Die Kupferplatte iſt durch Glasſtangen mit zwey meſſingenen Stäben verbunden, welche eine Spalte zwiſchen ſich laſſen, durch welche das Seidenzeug gleich nach der Reibung durchgeht. Dieſe Stäbe nehmen alſo die Elektricität an, und dienen als erſte Leiter. Zum Anſpannen befinden ſich am obern und untern Ende des Seidenzeugs Leiſten mit hölzernen Kugeln, durch welche ſeidene Bänder gezogen werden, woran man das Ganze oben an einen Nagel hängen, und unten mit der Hand ſpannen kann. Mit der andern Hand wird eine cylindriſch geſtaltete Verſtärkungsflaſche ſo geſtellt, daß ihre äußere Belegung die reibenden Platten, und ihre obere mit der innern Seite verbundene Haube die zum Leiter dienenden Stangen mittelſt angebrachter Stifte feſt hält. Mit dieſer Flaſche wird auf und abgefahren, und zugleich das Reibzeug und der Leiter mit ſich genommen, wodurch die Elektricität erregt und die Flaſche geladen wird, welcher Ingenhouß zugleich die Einrichtung gegeben hat, daß in ihr alles zum Lichtanzünden nöthige aufbewahrt werden kann.

Herr Legationsrath Lichtenberg [n]) in Gotha gab im Jahr 1781 eine Maſchine an, welche aus einer mit wollenem Zeuge überſpannten Trommel beſteht, und durch ein Kohlfeuer erwärmt eine beträchtlich ſtarke Elektricität liefert, welche allen Phyſikern bekannt iſt.

Auch ſind in den neuern Zeiten zu dem elektriſchen Körper an der Maſchine metallene Scheiben gebraucht worden, die ſich an Katzenfell reiben, und eine beträchtliche Wirkung hervorbringen [o]).

Was das elektriſche Amalgama betrifft, ſo hat man in dieſem Zeitraume durch mancherley Verſuche ebenfalls Miſchungen gefunden, welche die Wirkſamkeit der Elektricität in einem weit höhern Grade befördern, als es vordem der Fall war. Higgins [p]) Amalgama beſteht aus 4 Theilen Queckſilber und 1 Theile Zink, welche kalt zuſammengerieben, und auf ſolche Art vereinigt werden. Allein von Kienmayer zu Wien fand, daß dieſes Amalgama mit den übrigen Arten folgende Fehler gemein habe: 1. trenne ſich das Queckſilber vom Metalle, mit welchem es amalgamirt war, und falle entweder als kleine Kügelchen auf das Meſſing der Maſchine, oder es hänge ſich mit dem Fette an das Glas, und ſchwäche dadurch ſeine Erregbarkeit; 2. werde die Maſchine, wenn man eine beträchtliche Zeit mit Elektriſiren anhalte, ſchwächer, und man müſſe entweder die Kiſſen von neuem mit Amalgama verſehen, oder ſie gar mit einem Meſ-
ſer

n) Gothaiſches Magazin. B. II. St. 1. S. 118.

o) Gütle Beſchreibung verſchiedener Elektriſirmaſchinen. Leipz. u. Nürnb. 1790. 8.

p) Philoſoph. Transact. 1778. Vol. XVIII. P. II. n. 38. und *Rozier* Journ. de phyſ. Tom. XVI. p. 372.

ſer oder mit Löſchpapier ſäubern; 3. werde die Rei- bung wegen des Fettes, womit das Amalgama feſt gehalten werde, und wegen des ſtärkern Drucks der Kiſſen gegen den urſprünglich elektriſchen Körper, wozu man, um die immer mehr überhandnehmende Trägheit der Maſchine wieder zu erſetzen, ſeine Zuflucht neh- men müſſe, gar zu ſtark. Von Kienmayer wurde dadurch veranlaßt, ein neues Amalgama zuſammen zu ſetzen, welches alle dieſe Fehler vermeiden ſollte; und er war ſo glücklich, ein ſolches zu entdecken, wel- ches auch noch heutzutage für das wirkſamſte gehalten wird. Der Mechanikus Bienvenu [q]) zu Paris kündigte anfänglich dieſes Amalgama als ein ſchwarzes Pulver an, ohne anzugeben, woraus es zuſammenge- ſetzt ſey; von Kienmayer aber machte es hernach in einem Briefe an Ingenhouß bekannt [r]). Es beſteht aus 2 Theilen Queckſilber, 1 Theile gerei- nigten Zink und 1 Theile Zinn; man ſchmilzt näm- lich den Zink mit dem Zinn zuſammen, gießt hier- über, noch ehe es erkaltet iſt, das Queckſilber, und rührt alles mit einem eiſernen Spatel um. Soll aber das Amalgama in einer ziemlichen Quantität ge- macht werden, ſo iſt es wegen des Queckſilber- dampfs und der daher entſtehenden Gefahr für die Geſundheit allemal ſicherer, den geſchmolzenen Zink mit dem Zinn in eine hölzerne, inwendig mit Kreide ausgeſtrichene Büchſe, worin das Queckſilber ſich befindet, und welche mit einem Deckel verſchloſſen werden kann, zu gießen, und ſelbige verſchloſſen auf dem Boden hin und her zu rollen. Das daher ent- ſtehende

q) Journal de Paris. 1788. n. 230.

r) Journal de phyſique Août 1788.

ſtehende Amalgama wird alsdann, ehe es noch erkaltet, auf eine marmorne Platte oder in ſteinerne oder gläſerne Mörſer gegoſſen, und ſo lange gerieben, bis es ganz fein iſt; anfänglich ſieht es ganz weiß aus, wird aber nach und nach grau, und zuletzt ganz ſchwarz. Wenn es alt wird, zerfällt es ganz in Staub. Dieſes elektriſche Amalgama trägt man auf die mit etwas Talg beſtrichenen Kiſſen mittelſt eines Meſſers dünn auf, oder man vermengt das Pulver ſelbſt mit etwas Talg zu einer Salbe, und beſtreicht hiermit die Kiſſen ganz dünn.

Kienmayer machte nun bey ſeinem Amalgama noch folgende Bemerkungen:

Wenn er ſich bey ſeiner Scheibenmaſchine des gewöhnlichen Amalgamas bediente, ſo ladete er eine Flaſche von $1\frac{1}{3}$ Quadratfuß Belegung mit 10 Umdrehungen; mit ſeinem Amalgama hingegen ſchon bey 6 Umdrehungen.

Eine Batterie aus 25 Flaſchen, zuſammen 33 Quadratfuß Belegung, wurde durch 250 Umdrehungen der Scheibe beym Gebrauch des gemeinen Amalgamas geladen; mit ſeinem Amalgama aber geſchah die völlige Ladung ſchon mit 150 Umdrehungen.

Um ſich von der Vorzüglichkeit ſeines Amalgamas noch mehr zu überzeugen, wandte Kienmayer daſſelbe bey ſchlechten Elektriſirmaſchinen an, und verbeſſerte ſie bloß dadurch, ohne ſonſt das geringſte daran zu ändern, ſehr anſehnlich.

Ueber die eigentliche Urſache der vorzüglichen Wirkung dieſes Amalgama wagte er folgende Muthmaßungen:

1. Glaubt er, daß der Zink vorzügliche Kräfte zur Erregung der Elektricität beſitze.

2. Daß ſich dieſes Halbmetall bey der in Vorſchlag gebrachten Bereitung des Amalgamas weit inniger mit dem Zinn und Queckſilber vereinige, als bey dem gemeinen Amalgama, wo ſich das Queckſilber leicht in Kügelchen ablöſe, an den elektriſchen Körper in metalliſcher Geſtalt anlege, und ſo der erregten Elektricität einen Leiter darbiete, durch welchen ſie wieder in das Kiſſen übergehen könne.

3. Daß ſein Amalgama deßwegen ſehr wirkſam ſey, weil es ein völlig reines metalliſches Pulver ſey, folglich ein Leiter ohne irgend einen fremden Zuſatz. Um ſeine Güte merklich zu ſchwächen, dürfe man nur etwas Kreide oder weiße Schminke zuſetzen.

4. Scheine es, daß ſein Amalgama, als ein etwas hartes Pulver, eine andere, und die Elektricität weit mehr erweckende Reibung verurſache, als ein weicheres.

5. Werde dieß Amalgama durch Beymiſchung von Zinnaſche nicht verbeſſert, ſondern ſeine Wirkung in ſo fern vermindert, als die Zinnaſche ein urſprünglich elektriſcher Körper ſey, und wie Kreide und Schminke die Leitungsfähigkeit des Amalgama verminderę.

Schon Adams [s]) hatte zwey Arten von Amalgama angegeben, welche man als vorzüglich wirkſam befand: das eine wird aus 5 Theilen Queckſilber und 1

s) Eſſay on electricity. Lond. 1784. 8. Verſuch über Elektricität. Leipz. 1785. 8.

1 Theile Zink mit etwas wenigem gelben Wachſe zuſammengeſchmolzen; das andere iſt das ſogenannte Muſſivgold. Dieſes Muſſivgold erhält man aus 8 Theilen Zinn und 8 Theilen Queckſilber, und macht davon ein Amalgama; dieſes vermiſcht man nachher mit 4 Theilen kochſalzgeſäuerten Ammoniak und 6 Theilen Schwefel, ſetzt dieſes Gemiſch dem Feuer aus, das ſich entzünden wird, und das Muſſivgold zurückläßt. Man nimmt etwas von einem ſolchen Amalgama, trägt es auf ein mit etwas Schweinefett beſtrichenes Leder, und reibt hiermit das Glas der Elektriſirmaſchine recht durch, ohne etwas an die Kiſſen zu bringen.

Van Marum glaubt in ſeinem Briefe an Ingenhouß die Wirkſamkeit des Kienmayerſchen Amalgamas dadurch noch zu erhöhen, daß er $\frac{1}{4}$ des Gewichts Muſſivgold darunter mengt.

Nicht weniger Vollkommenheit, als die Elektriſirmaſchinen, erhielten auch in dieſem Zeitraume die Erſchütterungsflaſchen, wobey auch zugleich die wahre Beſchaffenheit derſelben entdeckt wurde. Was die Glasplatten betrifft, ſo bemerkt Henley [t]), daß ſich alle Glasarten nicht auf gleiche Weiſe verhielten. Wenn nämlich holländiſche Glasplatten über einander gelegt und wie eine einzige behandelt wurden; ſo hielt nach der Abſonderung eine jede eine poſitive und eine negative Seite, und beym Ausladen verwandelte ſich die Elektricität beyder Seiten in beyden Scheiben in die entgegengeſetzte. Legt man eine reine trockene unbelegte Platte Spiegelglas zwiſchen zwey belegte Spiegelglas- oder Cronenglasplatten, ſo findet man die erſtere nach dem

t) Philoſoph. Transact. Vol. LXVII. 1777. P. I. n. 8.

dem Laden auf beyden Seiten negativ elektriſirt; legt man ſie aber zwiſchen zwey holländiſche Glasſcheiben, ſo erhält ſie, wie dieſe, auf der einen Seite eine poſitive, auf der andern eine negative Elektricität. In einer andern Schrift bemerkt Henley ferner, daß die holländiſchen Glasſcheiben, wenn man ſie nach dem Laden ſogleich auseinander nimmt, eben ſo wie die Platten von Spiegelglas, die eine auf beyden Seiten poſitiv, die andere auf beyden Seiten negativ ſind; wenn man aber einige Zeit vorbeygehen läßt, ehe man ſie von einander trennt, ſo ſey der Erfolg jederzeit, wie im erſten beſchriebenen Falle. Dieß beſondere Verhalten dieſes Glaſes ſchreibt er der Ungleichförmigkeit ſeiner Maſſe zu.

Zur Belegung der Verſtärkungsflaſchen gebraucht man jetzt faſt allgemein des Stanniols. Das Glas dazu kann eine Form haben, welche man will; je größer dieſes iſt, deſto ſtärker kann es geladen werden. Wie ſtark aber das Glas ſeyn muß, das kann im Allgemeinen nicht beſtimmt werden; gemeiniglich hielt man dafür, daß dünneres Glas ſtärker und in kürzerer Zeit geladen werden könne, als dickeres; allein es iſt auch der Gefahr zu zerſpringen mehr ausgeſetzt, als dieſes, und Bohnenberger [u]) hat ſich darzuthun bemüht, daß dickeres Glas an ſich ſtärker als dünneres Glas geladen werden könne, vorausgeſetzt, daß die Maſchine verhältnißmäßig ſtark genug wirkt.

Fernere Verſuche lehrten Bohnenberger'n, daß, wenn man eine Flaſche von beträchtlicher Glasdicke ſo zube-

u) Beyträge zur theoretiſchen und praktiſchen Elektricitätslehre. 1ſtes u. 2tes Stück.

zubereitet habe, daß eine Selbſtentladung auch bey noch ſo lange fortgeſetzter Bewegung der Maſchine nie erfolgen könne, gar bald in Anſehung der Ladung, welche man zu erzwingen bemüht ſey, ein gewiſſes Maximum eintrete, über welches die Zuſammendrängung der elektriſchen Materie in der Verſtärkungsflaſche ſich ſchlechterdings nicht bringen laſſe. Die Vermuthung, welche er von der Urſach dieſer Erſcheinung hatte, munterte ihn auf, dieſe Verſuche im Dunkeln zu wiederholen, und er fand ſeine Vermuthung beſtätigt. Hierbey wurde er nicht allein auf die Entdeckung der Mittel geleitet, welche man anzuwenden hat, dem belegten Glaſe den höchſten Grad der Ladung zu geben, ſondern er fand auch zugleich, worauf es ankomme, wenn man das Zerſpringen der Verſtärkungsgläſer verhüten will.

Durch die irrige Meinung, daß ſich dünneres Glas beſſer laden laſſe, als dickeres, habe man ſich gehütet, Flaſchen von nur etwas beträchtlicher Glasdicke zu den elektriſchen Verſuchen zu wählen, und die Folge davon ſey ein vielfältiges Zerbrechen dieſer allzudünnen Gläſer geweſen, beſonders bey Verſuchen mit der Batterie, bey welchen man beſtändig eher in Gefahr ſey, die Ladung zu weit zu treiben, als bey einer einzelnen Flaſche. Man habe die Schuld von dieſem unangenehmen Zufalle bald auf die ſchlechte Beſchaffenheit des Glaſes überhaupt, bald auf einen Fehler, den es an der Stelle des Durchbruchs insbeſondere gehabt habe, bald auf die fehlerhafte Art, das Glas zu belegen, bald auf die Menge der elektriſchen Materie geſchoben, welche durch die Gewalt der Maſchine auf die eine Seite getrieben worden und größer geweſen wäre, als daß ſie von der andern Seite auf

einmal

einmal wieder hätte aufgenommen werden können, wodurch denn ein allzuheftiger Stoß hätte entſtehen, und davon das Glas zerbrechen müſſen.

So wenig nun zu läugnen seyn möge, daß in manchen Fällen irgend ein Fehler, welcher entweder in der Beſchaffenheit des Glaſes an ſich oder in der Art es zu belegen gelegen, das Zerbrechen deſſelben verurſacht habe, ſo ſey es doch auch ſonderbar, daß man lange Zeit die Urſache dieſes Unfalls eher in jedem andern Umſtande, als in der Dicke des Glaſes geſucht habe, und um ſo ſonderbarer, da man häufig die Anmerkung gemacht finde, daß der Durchbruch immer an einer Stelle, wo das Glas am dünnſten geweſen, und nie im Boden, geſchehen ſey. Aber man habe geſehen, wie leicht und bald das dünnere Glas in Vergleichung mit dem dickern ſich laden laſſe, und habe Bedenken getragen, ein dickeres zu wählen, weil man ſich mannichmal allzuſchwacher Maſchinen bedient habe, für welche das Glas allzudick geweſen ſey, als daß es ſich damit hätte ſo ſtark laden laſſen, wie es geſchehen ſeyn würde, wenn die Maſchine wirkſamer geweſen wäre. Seitdem man die Elektriſirmaſchinen zu einem höhern Grade der Vollkommenheit gebracht habe, als vormals, habe man auch gefunden, daß das dickere Glas ſehr gut geladen werden und einen weit höhern Grad von Ladung annehmen könne, als das dünnere. Daher räth er an, wenn man eine Maſchine von hinreichender Stärke beſitze, Flaſchen von verſchiedener Glasdicke zu wählen, und zu verſuchen, wie ſtark ſich dieſe Flaſchen laden laſſen; man werde alsdann leicht das Maaß der Dicke des Glaſes finden, für deſſen möglichſt hohe Ladung dieſe Maſchine Wirkſamkeit genug beſitze.

Bey den Verſuchen, welche Bohnenberger mit einem 16 Zoll langen, $7\frac{1}{2}$ Zoll dicken, und mit einem 8zolligen Reibzeuge verſehenen Glascylinder angeſtellt hat, fand er, daß ſich eine Flaſche, deren Glas 2 Linien dick war, ſo ſtark laden ließ, daß jede andere Flaſche von der gewöhnlichen Stärke eines Zuckerglaſes gewiß zerbrochen ſeyn, oder ſich über den unbelegten Rand entladen haben würde, wenn ſie zu demſelben Grade hätte geladen werden ſollen.

Den nämlichen Erfolg, welchen Bohnenberger durch die Dicke des Glaſes zu erhalten wünſchte, ſuchte Brook v) auf einem andern Wege zu erlangen. Er bemerkt, daß er ſchon lange den Gedanken gehabt habe, daß Flaſchen oder Glastafeln durch eine weit geringere Ladung, gleich nachdem ſie belegt oder ehe ſie trocken geworden ſind, zerſprengt werden, als wenn ſie ſchon lange genug geſtanden haben, damit die Feuchtigkeit aus dem Kleiſter, womit er die Zinnfolie mehrentheils ans Glas befeſtigte, habe verdunſten können; und er konnte den trocknen Kleiſter allein als eine Art von Mittler zwiſchen dem Glaſe und der Zinnfolie anſehen, oder, die Feuchtigkeit in dem Kleiſter war ein beſſerer Leiter und in genauerer Berührung mit dem Glaſe als der Kleiſter ſelbſt, wenn er trocken iſt. Selbſt die Belegung der Flaſchen mit jener Harzmaſſe, worunter Meſſingſpäne gemiſcht worden waren, und bey welcher die Flaſchen ſchon mittelſt einer geringen Ladung zerſprengt wurden, konnte dieſen erſten Gedanken nicht ändern. Denn es kam ihm vor, als wenn der heiße Kitt nebſt der in ihm enthaltenen leitenden Subſtanz in einer unmittelbarern Berührung

v) Vermiſchte Bemerkungen über die Elektricität. Leipz. 1790. 8.

rührung mit dem Glaſe wäre, als die Feuchtigkeit in dem Kleiſter. Nach dieſen wahrſcheinlichen Vermuthungen unterſuchte er, welche Subſtanz weit wirkſamer, als der trockne Kleiſter, eine Art von Mittler zwiſchen dem Glaſe und der Zinnfolie abzugeben im Stande ſeyn könnte. Es fiel ihm ein, daß das gemeine Schreibpapier, da es weder ein guter Leiter, noch eine gut abſondernde Subſtanz ſey, vielleicht dazu dienen könnte, wenn es zuerſt glatt auf die Zinnfolie aufgepappt, und dann getrocknet würde. Nachdem nun das Papier auf der einen Seite, und die Zinnfolie auf der andern angebracht waren, ſo belegte er das Glas damit ſo, daß die Zinnfolie auswärts zu liegen kam, und rieb ſie glatt. Dieſes hatte einen ſo guten Erfolg, daß er ſeit dieſer Zeit keine einzige von den Flaſchen durch die elektriſche Ausladung zerbrochen hat, welche auf dieſe Art verfertigt worden waren, es mochten entweder gemeine Flaſchen, oder große, genau 12 Maaß haltende Ladungsgläſer ſeyn, ungeachtet einige der letztern mit den andern eine geraume Zeit hindurch in der Batterie, welche er gewöhnlich zu brauchen pflegt, geſtanden hatten. Und ſo wie er nie eine ſolche Flaſche durch die Ausladung hat zerbrechen können, ſo iſt er jetzt noch weit weniger im Stande, die Stärke der Ladung zu beſtimmen, welche ſie aushalten können, ohne zu zerbrechen, oder ob ſie ganz und gar durchlöchert werden können. Nach van Marum's Verſuchen wurde aber die Ladung dadurch geſchwächt.

Außerdem bemerkte Brook, daß die freywillige Entladung einer Flaſche der allzugroßen Reinlichkeit und Trockenheit derſelben zuzuſchreiben ſey. Denn wenn eine Flaſche oder ein Erſchütterungsglas erwärmt

worden

worden war, ſo geſchah die freywillige Entladung deſto leichter; und es war eine leichte Beobachtung, daß eine Verſtärkungsflaſche ſich nicht ſo ſtark laden ließ, wenn ſie vollkommen trocken und rein war, als wenn ſie den entgegengeſetzten Zuſtand hatte. Der bey der Entladung ſich erzeugende Knall nebſt der zur Ladung nöthigen Zeit waren in beyden Fällen ſo verſchieden, daß er an der Thatſache nicht leicht zweifeln konnte. Eine gemeine Pfundflaſche von grünem Glaſe, welche etwa 38 Quadratzoll belegte Oberfläche hatte, entladete ſich im vollkommen reinſten und trockenſten Zuſtande von freyen Stücken bey einer Ladung von 14 bis 15 Gran zurückſtoßender Kraft. Allein dieſe Stärke der Ladung konnte erhöhet werden, ſobald man die Reinigkeit verminderte. Denn alsdann ließ ſie ſich bis auf 24 Gran nach dem Brook'ſchen Elektrometer laden.

Brook beobachtete noch einen größern Unterſchied, als er zum Verſuche eine Ladungsflaſche gebrauchte, deſſen Höhe 7 Zoll, und deſſen Durchmeſſer 4 Zoll betrug, und wo die belegte Fläche 64 Quadratzoll war. Ward es in den trockenſten und reinſten Zuſtand verſetzt, ſo erfolgte die freywillige Entladung ſchon bey $5\frac{1}{2}$ Gran. Beſchmutzte man dagegen den unbelegten Theil, ſo brachte man es ſo weit, daß das Glas eine Ladung von 35 Gran annehmen konnte, und in dieſem Zuſtande wollte es ſich nicht entladen, ſondern die elektriſche Materie ſtrömte über den ganzen Rand des Glaſes hinweg, ſo daß dieſer Verſuch im Dunkeln ungemein vergnügend war. Indeſſen bemerkte Brook auch, daß nicht jeder Grad der Beſchmutzung des unbelegten Randes ſchicklich iſt, um dem Erſchütterungsglaſe den möglichſt höchſten Ladungsgrad

grad beyzubringen. Er beſtimmt denſelben auf dieſe Art: man reibe etwas flüſſiges Oel, oder irgend eine andere nichtleitende, an dem Glaſe dünn anhängende Subſtanz. Steht nun der elektriſche Apparat in einem ſehr warmen Zimmer, ſo wird ſich der Vortheil dieſes Verfahrens ſehr bald zeigen; befindet ſich aber der Apparat in einem kalten oder feuchten Zimmer, ſo wird man wenigen Vortheil bemerken.

Brook getrauete ſich keine Urſache anzugeben, warum ein Theil der elektriſchen Materie über den Rand der Erſchütterungsflaſche ſtröme, und ein anderer Theil zurückbleibe und der Flaſche einen ſo hohen Ladungsgrad gebe. Nur dieß bemerkte er, daß dieß Ueberſtrömen nicht eher erfolge, als bis die Flaſche ſehr ſtark geladen iſt, und daß es alsdann von einem heftigen ziſchenden Geräuſche begleitet werde.

Brook's Bemerkung ſchien der gewöhnlichen Meinung der beſten Einrichtung eines Erſchütterungsglaſes entgegen zu ſeyn, und man erlaubte ſich daher, anfänglich darüber zu ſpötteln. Allein Cuthberſon [w]) hielt es doch der Mühe werth, dieſe Bemerkung genauer zu prüfen. Nachdem er nämlich die Kraft der Elektriſirmaſchine vermehrt hatte, war es ihm möglich, ein Stück Eiſendrath mittelſt einer Flaſche von gewöhnlicher Größe zu ſchmelzen. Hierbey hatte er nun einige Wahrnehmungen gemacht, welche zuvor nicht ſo gut gemacht werden konnten, weil man beſtändig genöthigt war, Batterien dazu zu gebrauchen, welches ſehr viele Mühe verurſachte, und daraus doch wegen Unſicherheit der Kraft der Maſchine keine

w) Abhandlung von der Elektricität. Dritte Fortſ. aus dem Holländ. überſ. 1796. 8.

keine ſichere Schlußfolge zu ziehen war. Er fand nämlich, daß die Verſuche während des Sommers allezeit glückten, allein im Winter fand dieſes zwar bey den Elektrometerverſuchen ſtatt, hingegen bey Anſtellung des Verſuchs, einen Eiſendrath zu ſchmelzen, zerbrachen die Flaſchen allezeit unter dem Laden, wenn er 8 Zoll Drath damit ſchmelzen wollte. Dieſelben Flaſchen, welche er im Sommer gebraucht hatte, ließen ſich im Winter, ohne zu zerbrechen, nicht einmal ſo ſtark laden, um nur 5 Zoll zu ſchmelzen. Dieſer Erfolg ereignete ſich ſo anhaltend, und er hatte hierdurch ſo viele Gläſer zerbrochen, daß er ſich genöthigt ſah, das Schmelzen von mehr als 4 Zoll Eiſendrath mit Flaſchen von gewöhnlicher Größe zu unterlaſſen.

Was der Grund von dieſer Erſcheinung ſey, läßt ſich nach Cuthberſon's Meinung nicht leicht ausmachen. Es ſcheine, als wenn hier einigermaßen daſſelbe ſtatt finde, als beym dicken Glaſe, welches nie eine ſo ſtarke Ladung als das dünne vertragen könne, und als wenn deßwegen auch die nämliche Flaſche im Sommer auch viel ſtärker geladen werden könne, als im Winter. Auch hat er geglaubt, daß es von der Wirkung der Kälte auf die Poren des Glaſes abhängen könne, und daß ſich dieſem Umſtande durch Hülfe der Erwärmung abhelfen ließe. Allein er konnte nicht bemerken, daß dieß einige Veränderung bewirkt hätte. Dieß ſey jedoch nicht ſo leicht zu beſtimmen, denn das Erwärmen der Flaſchen verurſache, daß dieſe die Feuchtigkeit von dem unbelegten Theile verlören; und weil belegte Flaſchen ohne Feuchtigkeit nie ſo ſtark geladen werden könnten, als wenn ſie bis zu einem gewiſſen Grade angefeuchtet worden,

ſo

ſo folge, daß ſich die Sache nicht leicht durch einen Verſuch ausmitteln laſſe. Indeſſen lernten wir doch ſo viel daraus, daß eine einzelne Flaſche bey jeder Witterung im Sommer ſtärker als im Winter geladen werden könne, und, wenn ihr unbelegter Rand nicht abgerieben und gereinigt worden, eine viel ſtärkere Wirkung äußern werde, als im entgegengeſetzten Falle, oder, mit andern Worten, ſie werde ſich viel ſtärker laden laſſen, als wenn ſie zuvor abgerieben und abgetrocknet worden ſey.

Man habe immer die Gewohnheit gehabt, wenn Batterien geladen werden ſollten, den unbelegten Theil der Flaſchen wohl abzureiben und zu reinigen, aber dieß ſey in manchen Rückſichten nachtheilig geweſen, weil die Flaſchen, wenn ihr unbelegter Rand ein wenig mit Staub und Feuchtigkeit bedeckt ſey, dadurch in den Stand geſetzt würden, eine viel ſtärkere Ladung auszuhalten; ſo wie eine einzige Flaſche durch das Trocknen und Reinigen ihres unbelegten Theils zwar bis zu einem gewiſſen Grade leichter zu laden ſey, aber auch zugleich die Eigenſchaft verlöre, eine ſo ſtarke Ladung ertragen zu können, als dieß ſonſt möglich ſeyn würde.

Der Ueberſetzer der Cuthberſonſchen Schrift bemerkt hierbey, daß der Dunſt, welchen Cuthberſon zum Starkladen ſo dienlich finde, es nicht ſeyn könnte, welcher dieſe Wirkung hervorbringe, wenn er darunter eine wirkliche Feuchtigkeit verſtehe; denn dieſe ſey allemal ſchädlich. Vielmehr iſt er der Meinung, daß es der außerordentlich feine Staub ſey, welcher ſich ſelbſt in dem reinſten Zimmer befindet, der dieſe Wirkung hervorbringt, und daß dieſe Feuchtigkeit nur dazu diene, dieſen feinen Staub an das Glas

zu

zu befeſtigen, welcher alsdann die Wirkung hervorbringe, wenn die Feuchtigkeit verdunſtet ſey, welches in einem Zimmer bald erfolgt. Aber eben dieß geſchieht noch beſſer durch den Siegellacküberzug, welcher den Staub noch mehr befeſtigt als die Feuchtigkeit. Vielleicht liege auch hierin der Grund, warum man den Ueberzug vortheilhaft gefunden habe. Er habe ſchon lange bemerkt, daß eine ganz neue mit Siegellack überzogene Flaſche anfänglich nicht ſo gute Dienſte leiſte, als nach einiger Zeit, auch daß ſie ſich außerordentlich ſtark laden laſſe, ungeachtet ſie voll von feinem Staube lag, ohne doch daran zu denken, daß dieſes die eigentliche Urſache ſeyn könne.

Wenn die Flaſchen einen Sprung erhalten haben, ſo ſind ſie zum fernern Gebrauch nicht mehr tauglich. Um aber eine ſolche wieder brauchbar zu machen, gibt Cavallo x) folgende Methode an: man nimmt die äußere Belegung an dem zerſprungenen Theile ab, und erwärmt ihn etwas an der Lichtflamme. Während er nun noch warm iſt, tröpfelt man brennendes Siegellack auf die zerbrochene Stelle, ſo daß ſie ganz damit bedeckt wird; das Siegellack muß aber noch etwas dicker, als das Glas ſelbſt iſt, aufgetragen werden; endlich wird das Siegellack und ein Theil des Glaſes mit einer Miſchung bedeckt, die aus 4 Theilen Wachs, 1 Theil Terpentin und etwas Baumöl beſteht, welche auf ein Stück Wachstaffet geſtrichen, und wie ein Pflaſter aufgelegt wird. Eine noch einfachere Methode, zerſprungene elektriſche Flaſchen zum Gebrauch wieder herzuſtellen, gibt J. P. Fokker an, welche man beym Cuthberſon findet; man ſtreicht nämlich nach

x) Vollſtänd. Abhandl. der Lehre von der Elektricit. Leipz. 1797. 8. B. I. S. 170.

nach abgenommener äußerer Belegung auf die zerſprungene Stelle $\frac{1}{2}$ Zoll dick gewöhnlich warm gemachtes Siegellack. Um aber dem Zerſprengen der Flaſchen vorzüglich bey großen Batterien abzuhelfen, hat Nairne folgendes Mittel ſehr wirkſam gefunden: er entladet nämlich nie eine Batterie durch einen guten Leiter, ohne den Weg des Uebergangs wenigſtens 5 Fuß lang zu laſſen. Nairne verſichert, daß er bey dieſer Vorſicht eine ſehr große Batterie wohl 100 Mal entladen habe, ohne eine einzige Flaſche zu zerſprengen, da ihm vorher beſtändig einige zerſprungen waren. Dabey muß man aber doch in Betrachtung ziehen, daß die Länge des Wegs verhältnißmäßig die Stärke des Schlags vermindert.

Weil die gewöhnlichen elektriſchen Flaſchen ihre Ladung nicht lange Zeit halten, ſo hat Cavallo [y]) eine Vorrichtung angegeben, welche die Ladung eine lange Zeit behalten kann. Sie beſteht in folgendem: Außer der innern und äußern Belegung, welche dieſe Flaſche mit allen ähnlichen gemein hat, iſt eine an beyden Enden offene Glasröhre in ihren Hals eingekittet, und geht ein wenig in die Flaſche hinein. An das untere Ende dieſer Glasröhre iſt ein kleiner Drath befeſtigt, welcher die innere leitende Belegung berührt. Der Drath mit dem Knopfe iſt in eine andere Glasröhre gekittet, welche beinahe doppelt ſo lang, aber enger iſt, als die in den Hals der Flaſche gekittete Röhre. In dieſe wird der Drath ſo eingekittet, daß an dem einen Ende derſelben bloß der Knopf, an dem andern aber nur etwas weniges von dem Drathe hervorragt.

y) Vollſtänd. Abhandl. der Lehre von der Elektricit. 1791. B. I. S. 324.

vorragt. Wenn man dieſes Stück mit dem Drathe bey der Mitte der Glasröhre anfaßt, ſo kann man es in die andere im Halſe der Flaſche befindliche Röhre ſo ſtecken, daß es den Drath an dem untern Ende deſſelben berührt, oder es auch wieder herausnehmen, ohne dadurch die Flaſche zu entladen, wenn ſie einmal geladen iſt. Auf ſolche Art kann die Flaſche wie gewöhnlich geladen und entladen werden. Nimmt man aber nach der Ladung die innere Röhre mit dem Drathe und Knopfe heraus, ſo iſt die innere Belegung ganz iſolirt, und die Flaſche kann hingetragen werden, wohin man will, ohne daß ſich die Ladung verliert.

Die Erklärung der Phänomene der Verſtärkungsflaſchen nach dem Franklinſchen und dem dualiſtiſchen Syſteme iſt bereits im 5ten Theile S. 895 u. f. angeführt worden.

Nach de Lüc's Theorie [z]) wird das Entladen und Laden der Verſtärkungsflaſche alſo erklärt: Man nehme eine Glasplatte an, von beyden Seiten mit Waſſer umfaßt, und ſetze, daß ſich gegen die eine Seite A heiße Waſſerdämpfe bewegen. Sobald dieſe heißen Dämpfe in Berührung mit der Platte kommen, erkalten ſie, und werden zum Theil zerſetzt; das befreyte verborgene Feuer verbreitet ſich über die ganze Platte, und das von ihm verlaſſene Waſſer verbindet ſich mit dem, welches die Seite A ſchon vorher bekleidet hatte. Das neue Feuer aber geht durch die Glasplatte zur andern Seite B, vermehrt auf ſelbiger die Ausdünſtung, und vermindert ſogleich das Waſſer, welches B bekleidet. Dieſe entgegengeſetzten Veränderungen dauern ſo lange, bis die Glasplatte und das Waſſer

z) Neue Ideen über die Meteorologie. §. 286 f.

Waſſ r die Temperatur der heißen Dämpfe angenommen haben. Bey dieſem Punkte aber hören die Dünſte auf, ſich an der Seite A zu zerſetzen; es geht kein Feuer mehr in B über und die Ungleichheit der Vertheilung hat auf beyden Seiten ihr Größtes erreicht. Weil nun in dieſem Zuſtande die Seite B etwas entfernter von der Quelle des Feuers liegt, als die Seite A, ſo iſt ſie auch etwas weniges kälter, und ihre Dünſte beſitzen auch nur eine etwas geringere ausdehnende Kraft, als die auf der Seite A.

Eben daſſelbe geſchieht bey der Ladung der Verſtärkungsflaſche, wenn man nur ſtatt Waſſerdämpfe das elektriſche Fluidum, ſtatt Feuer das fortleitende elektriſche Fluidum, und ſtatt Waſſer die elektriſche Materie ſetzt. Daraus iſt es nämlich begreiflich, daß die eine Seite bis zu einem gewiſſen Größten elektriſche Materie anziehen muß, während die andere mehr erhält, wenn nur jene mit leitenden Körpern umgeben iſt. Der Zuſtand alſo, in welchem ſich bey der Ladung die beyden Seiten der Flaſche befinden, iſt dieſer: die Menge der elektriſchen Materie iſt auf der Seite A ſehr vermehrt, und auf der Seite B ſehr vermindert; auf jener Seite iſt aber die Vermehrung weit größer, als die Verminderung auf der andern, weil die Entfernung, welche die Dicke des Glaſes zwiſchen ſie ſetzt, den Hang des fortleitenden Fluidums, welches auf die Seite A gekommen iſt, ſich zur Seite B zu begeben, in eben dem Maaße vermindert, als letztere von ihrem elektriſchen Fluidum durch die umgebenden leitenden Körper verliert. Das elektriſche Fluidum auf der Seite A beſitzt die nämliche ausdehnende Kraft, als das Fluidum der Quelle, welche die Ladung hervorgebracht hat; das elektriſche Fluidum auf

der Seite B aber beſitzt eben die ausdehnende Kraft, welche die umgebenden Leiter haben. Das fortleitende Fluidum hat endlich in der ganzen Flaſche an Menge zugenommen, und das in der äußern Belegung befindliche hält mit dem des Bodens das Gleichgewicht.

Aus dieſem Zuſtande der Flaſche nach der Ladung läßt ſich nun auch unmittelbar die Erſcheinung des Entladens ableiten, welche hervorgebracht wird, wenn man abwechſelnd die beyden Belegungen berührt. Wegen des Gleichgewichts der in der äußern Belegung enthaltenen Elektricität mit der des Bodens kann das Berühren des B keine elektriſche Wirkung hervorbringen. Das erſte wirkſame Berühren geſchieht alſo bey der Belegung A, weil ihr alsdann dadurch die Menge des elektriſchen Fluidums geraubt wird, die ſie über den elektriſchen Zuſtand des Bodens beſaß. Sie wird ſich alſo ſodann mit ihm in ein elektriſches Gleichgewicht ſetzen, indem ſie jedoch immer einen Ueberfluß an elektriſcher Materie behält, welche aber auf dieſer Seite aus Mangel an fortleitendem Fluidum unbeweglich bleiben wird, und das Mittel, ihr eine neue Menge von dieſem Fluidum zu verſchaffen, iſt, daß man alsdann die Seite B berührt; denn durch die Berührung der innern Seite geht fortleitendes Fluidum aus dem ganzen Apparate, folglich auch aus B in den Boden, dadurch verliert B an ausdehnender Kraft, und kömmt mit demſelben aus dem Gleichgewicht; wenn man alsdann dieſe Belegung berührt, ſo wird ſie wieder elektriſches Fluidum aufnehmen, bis das Gleichgewicht wieder mit dem Boden hergeſtellt iſt. In dieſer zweyten Operation zerſetzt ſich ein Theil des elektriſchen Fluidums, welches aus dem Boden kommt; ſein fortleitendes Fluidum geht durch die

Platte,

Platte, um ſich auf die Seite A zu begeben, und dadurch ſetzt es elektriſche Materie auf der Seite B ab und entreißt hier von der Seite A etwas, wodurch ſeiner Belegung elektriſches Fluidum zugeführt wird, ſo daß der ganze Apparat beinahe wieder in eben dem Zuſtande ſich befindet, als er vor dem erſten Berühren war; mithin kann wieder ein Funke aus A gezogen werden u. ſ. w. Auf dieſe beſchriebene Art erhält B bey jedem aus A herausgelockten Funken neue elektriſche Materie, bis endlich beyde durch Fortſetzung des Verfahrens beinahe noch gleichviel beſitzen, und die Flaſche entladen iſt. Bey der plötzlichen Entladung erfolgen alle dieſe angegebenen Wirkungen durch eine unendlich ſchnelle Succeſſion auf einander; jedoch iſt ſie aber nie vollſtändig, weil die elektriſche Materie an den nichtleitenden Subſtanzen ſehr feſt anhängt.

Man kann ſich leicht vorſtellen, daß mit Hülfe dieſer ungemein verbeſſerten und bisher beſchriebenen elektriſchen Werkzeuge eine Menge neuer Entdeckungen gemacht worden ſind, beſonders da das neuere franzöſiſche Syſtem die ſchönſte Gelegenheit dazu darbot. Hierzu ſchien aber keine elektriſche Maſchine mehr geeignet zu ſeyn, als die große Teyleriſche Maſchine, deren Kraſt größer zu ſeyn ſchien, als alle, welche man bis jetzt verfertigt hat. Ihre Wirkungen, welche van Marum beſchrieben hat, ſind auch wirklich erſtaunend. Wenn eine ſehr ſcharfe ſtählerne Spitze dem erſten Leiter genähert wurde, ſo zog ſie doch noch einen Lichtſtrom etwa von $\frac{1}{2}$ Zoll Länge heraus. Wurde eine ſolche ſtählerne Spitze auf den Leiter ſo befeſtigt, daß ſie 3 Zoll hervorragte, ſo gingen aus ihr Strahlen aus, welche 6 Zoll lang waren, wenn man eine Kugel von 3 Zoll im Durchmeſſer dagegen hielt;

 bediente

bediente man ſich aber ſtatt der Kugel einer andern Spitze, ſo waren die Strahlen nur 2 Zoll lang. Ein Zwirnsfaden von 6 Fuß Länge in einer Entfernung von 38 Fuß vom erſten Leiter ſenkrecht aufgehängt, wurde von demſelben angezogen. Wenn man einen Leiter gegen den erſten Leiter der Maſchine brachte, ſo konnte man in einer Minute 24 Zoll lange Funken in der Dicke eines Federkiels 300 Mal ausziehen. Die Luft war ſo ſtark elektriſirt, daß ſogar die Kugeln an Cavallo's Elektrometer in einer Entfernung von 40 Fuß von der Maſchine um $\frac{1}{2}$ Zoll weit von einander gingen. Die Wirkung dieſer Maſchine wurde noch dadurch ſehr verſtärkt, daß man den 135 Flaſchen, aus welchen die erſte Batterie beſtand, noch 90 beyfügte, ſo daß die ganze Batterie ungefähr 225 Quadratfuß belegter Fläche enthielt. Zur Ladung dieſer Batterie werden 160 Umläufe der Scheiben erfordert. Durch einen Schlag dieſer Batterie wurde ein Cylinder von Buchsbaum 4 Zoll hoch und 4 Zoll im Durchmeſſer geſpalten, wozu nach der von van Marum angeſtellten Rechnung eine Kraft von 9840 Pfund erforderlich war. Der Schlag der vorigen Batterie ſpaltete nur einen Cylinder von 3 Zoll Höhe und 3 Zoll im Durchmeſſer mit einer Kraft von 5535 Pfund.

Wirkung der Elektricität auf Metalle und Metallkalke.

Schon im Jahre 1758 hatte Beccaria angeführt, daß die Metallkalke wieder hergeſtellt werden könnten, wenn man eine ſtarke elektriſche Ladung durch dieſelben gehen laſſe. Aehnliche Verſuche hatte der Graf de Milly a) angeſtellt. Er verſichert, daß er

Men=

a) *Rozier* Journal de phyſique. Tom. IV. p. 146.

Mennige, Bleyweiß, Zinnaſche, Zinkkalk und Wismuthkalk wieder hergeſtellt habe. Dieſen Verſuchen widerſprachen aber Cadet und Briſſon. Sie behaupteten, daß die Reduktion, die Beccaria und der Graf de Milly beobachtet hätten, allein durch die Schmelzung der metallenen Leiter, zwiſchen welche ſie die von ihnen unterſuchten Kalke gelegt hätten, verurſacht worden ſey, und ſie ſchienen ihre Meinung durch viele beweiſende Verſuche zu beſtätigen [b]).

Da dieſer Gegenſtand van Marum ſehr wichtig ſchien, ſo unternahm er es mit Paets van Trooſtwyk, denſelben einer nähern Prüfung zu unterwerfen. Sie probirten Mennige, Bleyweiß, Zinnaſche, Eiſenſafran, Zinkkalk und Spießglanzkalk, welche ſie zwiſchen zwey nahe aneinander geſtellte Glasplatten legten, die auf einem Stücke Glas ſo ruheten, daß zwiſchen ihnen ungefähr ein $\frac{1}{8}$ Zoll breiter Kanal übrig blieb. Den mittlern Theil dieſes Kanals füllten ſie mit dem zu probirenden Metallkalke an, und ließen durch ſelbigen den elektriſchen Schlag gehen. Von dem Bleyweiß, der Mennige, der Zinnaſche, dem Zinkkalk und dem Spießglanzkalk war ſo viel wiederhergeſtelltes Metall auf den Glasſtücken, daß man nicht allein die Metallkügelchen mit bloßen Augen unterſcheiden konnte, ſondern daß man es auch von dem Glaſe abnehmen, und ſich durch Auflöſung verſichern konnte, daß es wirkliches Metall ſey. Die Wiederherſtellung des Eiſenſafrans war nicht ſo groß; indeſſen konnte man doch den metalliſchen Glanz deutlich wahrnehmen.

Was

b) Mémoires de l'Acad. des ſcienc. de l'année 1775. p. 243.

Was die Metalle betrifft, ſo hatten ſich zwar Mehrere Mühe gegeben, den Grad der Schmelzbarkeit derſelben durch die Wirkung der Elektricität zu beſtimmen; allein es ſcheint keinem ſo gelungen zu ſeyn, als van Marum. Er bediente ſich zu ſeinen Verſuchen der Batterie von 225 Quadratfuß Belegung. Er ließ ſich Dräthe von verſchiedenen Metallen von einerley Durchmeſſer, welcher $\frac{1}{12}$ Zoll betrug, verfertigen, und den Batterieſchlag, der bey allen Verſuchen gleich war, durch gleich lange Stücke von jenen Dräthen durchgehen. So fand er, daß von dem Bleydrathe 120 Zoll geſchmolzen wurden, von dem Zinndrathe eben ſo viel, von dem Eiſendrathe 5 Zoll, von dem Golddrathe $3\frac{1}{2}$ Zoll, und von dem Silber-, Meſſing- und Kupferdrathe nicht $\frac{1}{4}$ Zoll, woraus ſich ihre Schmelzbarkeit durch die Wirkung der Elektricität beurtheilen läßt. Aus dieſen und andern Verſuchen von van Marum mit demſelben Apparate ergab ſich folgendes:

Daß Bley zu Verfertigung eines Blitzableiters das ſchlechteſte Metall, Kupfer hingegen hierzu am geſchickteſten ſey.

Daß ſich zwiſchen den Längen und Durchmeſſern der metallenen Dräthe, welche durch die Kraft der Teylerischen Maſchine geſchmolzen werden konnten, kein Verhältniß beſtimmen ließ.

Daß Eiſen, Zinn und Kupfer zu Kügelchen geſchmolzen wurden, dieß aber bey andern Metallen nicht der Fall war.

Daß die metallenen Kügelchen auf 30 Fuß weit und drüber weggeworfen wurden.

Daß die Zinkkügelchen etwa 8 bis 10 Sekunden roth glüheten; und

daß

daß die Dräthe, wenn ſie ſehr lang waren, nur theilweiſe geſchmolzen wurden.

Van Marum war begierig zu wiſſen, ob die metallenen Dräthe unter Waſſer geſchmolzen und verkalkt werden könnten, wenn er nämlich, während ſie ſich unter Waſſer befanden, die Ladung der Batterie durch ſie gehen ließ. Es gelang ihm, wenn er der Länge nach den achten Theil des Draths nahm, welcher in der Luft würde verkalkt worden ſeyn.

Verſuche über die Wirkung der Elektricität im luftleeren Raume.

D. Prieſtley hat in dem erſten Bande ſeiner Verſuche über die Luftarten erzählt, daß Walſh, als er mit de Lüc's Hülfe ein doppeltes Barometer verfertigte, worin er, um alle Luft aus der Röhre zu treiben, das Queckſilber gekocht hatte, gefunden habe, daß das Vacuum in dem gebogenen Theile des doppelten Barometers kein Leiter der Elektricität ſey, man auch darin kein elektriſches Licht wahrnehme. Dieſes hat Morgan [c]) durch ſinnreiche Verſuche zu beſtätigen geſucht; unter andern nahm er eine Röhre von 15 Zoll Höhe und ungefähr $\frac{1}{4}$ Zoll Dicke; dieſe füllte er mit Queckſilber an, mit der Vorſicht, daß die Röhre ſehr warm und inwendig ſehr gerieben war, um alle Feuchtigkeit und Luft, die ſich noch darin befinden könnte, auszutreiben, und daß das Queckſilber ganz kochend hineingeſchüttet und die Röhre dadurch völlig gefüllt wurde, damit nicht das geringſte Luftbläschen darin bliebe. Hierauf ſchloß er die Oeffnung mit dem Daumen, kehrte die Röhre um, und ſetzte ſie in

c) Philoſoph. Transact. 1785. p. 271.

in ein ebenfalls mit Queckſilber angefülltes Gefäß. Hierauf brachte er die Röhre unter die Glocke einer Luftpumpe, und ließ dieſe zu arbeiten anfangen. Da nun vermöge des verminderten Drucks der Luft auf die Fläche des im Gefäße befindlichen Queckſilbers das Queckſilber in der Röhre herabfiel, und ſo die wahre torricelliſche Leere hervorbrachte, ſo verband er den Scheitel der mit einer Metallplatte bedeckten Röhre mit der elektriſchen Kette, und fand nicht das geringſte Licht in ſelbiger.

Cavallo [d]) hatte ebenfalls verſchiedene Verſuche in dem luftleeren Raume einer vortrefflichen Luftpumpe angeſtellt, und gefunden, daß das elektriſche Anziehen und Abſtoßen bey jedem Grade der Verdünnung von dem geringſten bis auf tauſend ſtatt findet, daß aber die Kraft abnimmt, je mehr die Luft verdünnt iſt. Allein bey dieſen Verſuchen bemerkte er jederzeit das elektriſche Licht im Recipienten der Luftpumpe, auch wenn er die Luft bis zum höchſten Grade verdünnt hatte. Daher kam er auf den Gedanken, den Verſuch mit mehreren Recipienten von verſchiedener Größe anzuſtellen. Allein das Licht blieb immer ſichtbar, es zeigte bloß bey verſchiedenen Graden der Verdünnung verſchiedene Farben, breitete ſich mehr aus, und war zugleich weniger dicht, wenn die Luft mehr verdünnt war. Hieraus ſchien zu folgen, daß wenn die Luft ganz ausgetrieben werden könnte, das elektriſche Licht nicht mehr ſichtbar ſeyn würde, wie dieß der Fall bey Walſh's Verſuch mit dem doppelten Barometer geweſen ſeyn müſſe.

Endlich

d) Vollſtänd. Abhandl. der Lehre von der Elektricität. Leipz. 1797. B. II. S. 27 f.

Endlich bemerkt Cavallo, daß, da die elektriſche Flüſſigkeit ſehr elaſtiſch ſey, und ſich deſto ungehinderter ausdehne, je mehr der Widerſtand der Luft entfernt ſey, es unnatürlich ſcheine, daß ſie unfähig seyn ſollte, ein vollkommnes Vacuum zu durchdringen. Und doch ſcheine dieß durch Walſh's und Morgan's Verſuche ausgemacht zu ſeyn, und es bleibe uns nichts übrig, als die Urſache einer ſo merkwürdigen Eigenſchaft zu erforſchen.

Candi e) hingegen beſtreitet überhaupt alle diejenigen Verſuche, welche beweiſen ſollen, daß das elektriſche Licht im völlig luftleeren Raume nicht ſtatt finden könne. In Anſehung des Morganſchen Verſuchs bemerkt er zuerſt, daß, wenn man auch wirklich inwendig in der Röhre kein elektriſches Licht wahrnimmt, man daraus noch nicht auf eine vollkommne Unzugänglichkeit des leeren Raums in Anſehung der Elektricität ſchließen könne; alles, was man daraus abnehmen könnte, wäre, daß die Bewegung des Fluidums ſo ſchnell iſt, daß ſie dem Auge unbemerkbar bleibt. Aus eben der Urſache ſieht man bisweilen in einer gewiſſen Entfernung vom Endpunkte einer an der Kette befeſtigten Stange ein leuchtendes Flämmchen, das elektriſche Licht bewegt ſich da von dem Punkte mit einer ſolchen Geſchwindigkeit, daß es unſichtbar bleibt, bis es ſich durch den Widerſtand der umgebenden Luft in viele leuchtende Theilchen theilt, die ſich insgeſammt wieder in einem einzigen Punkte vereinigen. Bey Wiederholung der Morganſchen Verſuche ſah er das elektriſche Feuer im Innern der Röhre leuchten. Hierzu wird zwar eine große Dunkelheit und ein gutes Auge erfor-

e) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. à Turin. Tom. V. überſ. in Gren's Journal der Phyſik. B. IV. S. 93 f.

erfordert, ſonſt iſt das Fluidum ſo ſubtil und fein, daß auch der geſchickteſte Beobachter ſich dabey betrügen kann; aber vermittelſt dieſer beyden Bedingungen wird man, wenn man eine Metallſtange am Scheitel der Röhre angeleimt hat und den Verſuch auf die vorbeſchriebene Art anſtellt, die Bewegung des elektriſchen Lichts längs der Röhre wahrnehmen, und wenn man die Hand nähert, ſieht man leuchtende Streifen, die Blitzen ſehr ähnlich ſind. Wäre alſo der leere Raum für das elektriſche Licht unzugänglich, wie könnte es ſich in der Röhre ausbreiten? Müßte es ſich nicht vielmehr anhäuſen, wie es immer der Fall zu ſeyn pflegt, wenn es in ſeinem Wege auf einen ihm widerſtehenden Körper trifft? Außer andern Verſuchen führt er zum Beweiſe der Statthaftigkeit des elektriſchen Feuers im leeren Raume folgenden an: wenn man aus einer großen Bouteille von Kryſtall die Luft herauszieht, ſie an eine elektriſche Kette bringt, und die Kette ganz darum führt, ſo ſähe man das elektriſche Feuer entſtehen, hin und wieder in der Bouteille ſchweben, und das Bild der ſonderbarſten und hellſten Nordſcheine darſtellen. Außerdem erwähne de la Metherie: ein Funke, welcher durch einen leeren Raum von ungefähr 2 Linien von Queckſilber durch einen in weißes Pappier eingewickelten Goldfaden gegangen ſey, habe einige Theile in Dünſte aufgelößt, indem er auf dem Papiere einen purpurfarbenen Streifen angetroffen habe. Dieß letztere Phänomen ſcheine er der wenigen Luft zuzuſchreiben, die bekanntlich in der Glocke der Luftpumpe zurückbleibt; aber in dieſem Falle würden die elektriſchen Erſcheinungen dieſer übrig gebliebenen Menge Luft proportional ſeyn, und folglich würden die Wirkungen in einem leeren Raume von 1 Linie ungefähr 772 Mal geringer ſeyn, welches doch der Erfahrung widerſpreche.

Wir-

Wirkung der Elektricität auf das Waſſer und die elaſtiſchen Flüſſigkeiten.

Verſuche ſchienen gelehrt zu haben, daß Waſſer, welches aus iſolirten Gefäßen durch eine Oeffnung herausläuft, durch Mittheilung der Elektricität ſchneller ausläuft. Iſt nämlich die Röhre, aus welcher das Waſſer im natürlichen Zuſtande nur tröpfelt, ein Haarröhrchen, ſo bewirkt die Mittheilung der Elektricität ein ununterbrochenes Auslaufen aus dieſer Röhre, welches ſich noch in viele andere Strahlen zertheilt. Nach den mit dergleichen Haarröhren angeſtellten Verſuchen des D. Carmon f) ſcheint aber zu folgen, daß ungeachtet des durchs Elektriſiren des Waſſers bewirkten Stroms in einer beſtimmten Zeit eher weniger Waſſer aus dem Gefäße herauslaufe, als es ſonſt im natürlichen Zuſtande geſchehen ſeyn würde. Unter übrigens gleichen Umſtänden fand Carmoy in einer Zeit von 75 Stunden 10 Minuten

ohne Elektricität	2 Pf.	12 Unz.	2 Drachm.	65 Gr.
mit Elektricität	2 —	11 —	5 —	$36\frac{1}{2}$ —

Nahm er Röhrchen von ungleicher Länge, ſo fielen zwar die Reſultate ganz anders aus, und wenn gleich mannichmal etwas mehr Waſſer beym Elektriſiren ausgefloſſen war, ſo ſchien dieß doch mehr in zufälligen Beſchaffenheiten der Gefäße zu liegen. In den meiſten Fällen war doch immer die Menge des im natürlichen Zuſtande ausgetröpfelten Waſſers größer, als die mit Elektricität ausgelaufene Waſſermenge. Daher ſcheint die ſonſt vorgegebene durchs Elektriſiren bewirkte Beſchleunigung der Bewegung des Waſſers nicht gegründet zu ſeyn.

Auch

f) Journal de phyſique. Nov. 1788. Gothaiſch. Magazin. B. VII. St. 1. S. 63 f.

Auch hat Henry Cavendiſh [g]) die ſehr wichtige Entdeckung gemacht, daß der elektriſche Funke beym Durchgange durch ein Gemiſch von phlogiſtiſirter und dephlogiſtiſirter Luft Salpeterſäure hervorbringe. Die Menge von Luft, durch welche die elektriſchen Funken gehen mußten, war in dem gekrümmten Theil einer gebogenen Glasröhre eingeſchloſſen. Die beyden offenen Enden derſelben waren in zwey mit Queckſilber faſt ganz angefüllte Gläſer umgekehrt geſtellt, und der noch übrige hohle Theil war gleichfalls mit Queckſilber angefüllt. Um nun den elektriſchen Funken zu nöthigen, durch die Röhre zu gehen, iſolirte man eine metallene Kugel nicht weit von dem erſten Leiter einer Elektriſirmaſchine ſo, daß Funken von ihm auf jene ſchlagen mußten, und machte zwiſchen der Kugel und dem Queckſilber in dem einen gläſernen Gefäße eine Verbindung, während das Queckſilber in dem andern Gefäße mit der Erde verbunden war.

Ließ man den elektriſchen Funken durch gemeine Luft gehen, welche zwiſchen zwey kurzen Säulen von Lakmustinktur eingeſchloſſen war, ſo erhielt dieſe eine rothe Farbe, und die Luft wurde vermindert, gerade, wie es Prieſtley bemerkt hatte. Nahm man ſtatt der Tinktur Kalkwaſſer, und ließ die Funken ſo lange durch die Luft gehen, bis ſie nicht mehr vermindert werden konnte, ſo konnte man in dem Kalkwaſſer nicht die geringſte Wolke wahrnehmen. Allein die Luft war bis auf zwey Drittheile ihres vorigen Volumens vermindert. Dieſen Verſuch wiederholte man nun mit etwas unreiner dephlogiſtiſirter Luft. Hier wurde die Luft nur ſehr wenig vermindert, und in dem Kalkwaſſer

g) Philoſoph. Transact. Vol. LXXVII. P. II. p. 372. Vol. LXXVIII. P. II. p. 260.

ſer zeigte ſich nicht die geringſte Wolke. Auch wenn man fixe Luft hinzuließ, zeigte ſich keine Wolke. Da man aber noch ein wenig ätzendes flüchtiges Laugenſalz hinzuthat, bemerkte man ſogleich ein braunes Sediment. Hieraus ließ ſich ſchließen, daß das Kalkwaſſer mit einer während der Operation gebildeten Säure geſättigt worden ſeyn mußte; ſo wie es auch in dieſem Falle unläugbar ſey, daß die Erde nicht durch die fixe Luft allein niedergeſchlagen werden konnte, ſondern daß das ätzende flüchtige Laugenſalz, ſobald man es hinzuthat, die fixe Luft abſorbiren, dadurch gelinde werden, und nun ſogleich die Erde niederſchlagen mußte, da hingegen die Erde, wenn ſie ſich nicht in dem Kalkwaſſer mit einer Säure geſättigt hätte, durch die fixe Luft würde niedergeſchlagen worden ſeyn. Die braune Farbe des Sediments ſey wahrſcheinlich von etwas aufgelößtem Queckſilber hergekommen.

Cavendiſh hat mehrere Verſuche angeſtellt, um zu beſtimmen, wie rein die Luft ſeyn muß, wenn ſie am geſchwindeſten und beträchtlichſten vermindert werden ſoll. Er fand, daß gute dephlogiſtiſirte Luft ſehr wenig vermindert werde. Völlig phlogiſtiſirte Luft erlitt keine merkliche Veränderung, aber eine Miſchung von 5 Theilen dephlogiſtiſirter und 3 Theilen phlogiſtiſirter verſchwand faſt ganz.

Bey Anſtellung dieſer Verſuche brachte er ein wenig Seifenſiederlauge in die Röhre, und ließ ſodann etwas dephlogiſtiſirte Luft, welche in dem angeführten Verhältniſſe mit gemeiner vermiſcht war, hinein; dieſe ſtieg nun in das obere Ende der Röhre, und vertheilte dadurch die Seifenſiederlauge in ihre beyden Schenkel. Sobald die Luft durch den elektriſchen Funken vermindert wurde, fuhr er fort, mehr Luft von derſel-

derſelben Art in die Röhre zu laſſen, bis keine Verminderung mehr erfolgte. Hierauf ließ er noch ein wenig dephlogiſtiſirte, und nachher ein wenig gemeine Luft hinein, um zu ſehen, ob das Aufhören der Verminderung etwa daher käme, weil die beyden Luftgattungen nicht in dem gehörigen Verhältniſſe vermiſcht worden wären; allein es erfolgte nichts. Als er nunmehr die Seifenſiederlauge aus der Röhre gegoſſen und von dem Queckſilber geſondert hatte, ſchien ſie vollkommen neutraliſirt zu ſeyn; denn ſie veränderte die Farbe von Papier, das mit einer Tinktur von blauen Blumen gefärbt war, ganz und gar nicht. Nachdem er ſie hierauf hatte abdunſten laſſen, blieb etwas Salz zurück, offenbar Salpeter, wie man dieß aus der Art ſehen konnte, auf welche Papier, das man in eine Auflöſung davon getaucht hatte, brannte. Zu mehrerer Ueberzeugung wiederholte er dieſen Verſuch mit einer größern Röhre, und der Erfolg war der nämliche. Die dephlogiſtiſirte Luft dabey war nicht aus Salpeter, ſondern aus mineraliſchem Turbith gezogen.

Dieſe Verſuche wurden von van Marum h) wiederholt. Anſtatt des von Cavendiſh gebrauchten Hebers bediente ſich van Marum einer einfachern Vorrichtung, nämlich eines gläſernen Cylinders von $\frac{1}{8}$ Zoll im Durchmeſſer, der an dem einen Ende verſchloſſen war. Durch dieſes verſchloſſene Ende des Cylinders ging ein Eiſendrath von $\frac{1}{150}$ Zoll im Durchmeſſer, der zum Leiter diente. Dieſer Cylinder wurde mit Queckſilber gefüllt, und alsdann die gemiſchte Luft hineingelaſſen, welche ſich über das Queckſilber erhob. Uebri-

h) Beſchreibung einer Elektriſirmaſchine. 1ſte Fortſetzung. S. 36 f.

Uebrigens wurde eben ſo, wie Cavendiſh gethan hatte, verfahren. In der Hauptſache ſtimmte der Erfolg mit dem Cavendiſhſchen überein, nämlich, daß der elektriſche Strahl eine Verbindung zwiſchen der dephlogiſtiſirten und phlogiſtiſirten Luft bewirkte, und daß durch dieſe Verbindung Salpeterſäure entſtand.

Beſonders war aber van Marum begierig, die Wirkungen der Elektricität auf die verſchiedenen Luftarten kennen zu lernen. Zu dieſer Abſicht bediente er ſich eines cylindriſchen gläſernen Recipienten, welcher 5 Zoll lang war, und $1\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmeſſer hatte. In dieſen brachte man nach und nach die verſchiedenen Luftarten, und verſchloß ihn mit Queckſilber oder Waſſer. Der Boden des umgeſtürzten gläſernen Recipienten war mit einem Loche verſehen, und in dieſes ein eiſerner Drath befeſtigt, deſſen äußeres Ende mit einem Leiter verbunden war, welcher dem erſten Leiter der Maſchine genähert wurde, und auf dieſe Art die Funken erhielt. So fand man, daß die aus rothem Queckſilberniederſchlage bereitete dephlogiſtiſirte Luft $\frac{1}{20}$ ihres Volumens verlor, ihre Beſchaffenheit aber nicht merklich verändert wurde, wie dieß die Prüfung mit dem Eudiometer zeigte. Dieſer Verſuch wurde mit Kalkwaſſer und mit Lakmustinktur wiederholt; allein es erfolgte kein Niederſchlag, keine Veränderung der Farbe, kein Phlogiſtiſiren der Luft. Beym Herauslaſſen dieſer Luft konnte man den gewöhnlichen Geruch der elektriſchen Materie deutlich empfinden.

Salpeterartige Luft wurde mehr als um die Hälfte in Rückſicht ihres Volumens vermindert, und wenn man ſie dann mit gemeiner Luft vermiſchte, ſo zeigte ſie keine rothe Farbe und keine merkliche Verminderung. Sie hatte ihren gewöhnlichen Geruch verloren, und

und löſchte ein Licht aus. Während die Funken durch die ſalpeterartige Luft gingen, bildete ſich auf der Oberfläche des Queckſilbers ein Pulver, welches ein Theil der metalliſchen Subſtanz war, die die Salpeterſäure aufgelößt hatte.

Entzündbare Luft, die man aus Eiſen und verdünnter Vitriolſäure entbunden hatte, färbte die Lakmustinktur ein wenig roth. Der Strom der elektriſchen Materie erſchien in dieſer Luft weit röther und breiter, als in gemeiner Luft; er war nämlich ganz mit einem ſchwachen blauen Lichte umgeben.

Entzündbare Luft aus Weingeiſt und Vitriolſäure nahm nach dem Durchgehen der Funken dreymal ſo viel Raum ein, als zuvor, und verlor etwas von ihrer Entzündbarkeit.

Fixe Luft, aus Kreide und Vitriolſäure, wurde durch die Wirkung der Elektricität in Anſehung ihres Volumens etwas vermehrt; und es konnte nun von dem Waſſer weniger davon verſchluckt werden.

Vitriolſaure Luft, aus Vitriolſäure und Kohlen, wurde etwas weniges vermindert, und an der innern Seite des Glaſes entſtanden ſchwarze Flecken. Nachher bemerkte man, daß nur der achte Theil derſelben von dem Waſſer verſchluckt wurde. Sie löſchte ein Licht aus, und hatte nur einen ſchwachen Geruch.

Kochſalzſaure Luft ſchien beym Durchgange der elektriſchen Materie größtentheils zu widerſtehen. Denn die Funken gingen nicht länger als 2¼ Zoll durch dieſe Luft. Sie verminderte ſich beträchtlich, der Reſt wurde vom Waſſer ſehr leicht verſchluckt.

Spathſaure Luft wurde vom elektriſchen Funken weder vermindert, noch ſonſt merklich verändert.

Laugen-

laugenſalzartige Luft, aus Salmiakgeiſt gezogen, wurde anfänglich faſt um das Doppelte vergrößert, dann wieder etwas vermindert. Hernach wurde ſie in Anſehung ihres Volumens nicht weiter verändert. Sie konnte nun vom Waſſer nicht mehr verſchluckt werden, und entzündete ſich mit einem Knall, wie eine Miſchung von entzündbarer und einer beträchtlichen Menge gemeiner Luft.

Endlich wurden auch mit gemeiner Luft Verſuche angeſtellt. Sie theilte der Lakmustinktur eine ganz ſchwache rothe Farbe mit, und wurde zugleich ſehr phlogiſtiſirt. Der Verſuch wurde zu verſchiedenen Zeiten dreymal wiederholt, und die Luft jedesmal nach dem Elektriſiren mit ſalpeterartiger Luft in Fontana's Eudiometer geprüft, und nachher mit der nämlichen Luft, wenn ſie nicht elektriſirt war, verglichen; hier erlitt die letztere jederzeit die größte Verminderung. Beym erſten Verſuch betrugen dieſe Verminderungen $\frac{142}{500}$ und $\frac{175}{500}$; beym zweyten $\frac{156}{500}$ und $\frac{184}{500}$; und beym letzten $\frac{149}{500}$ und $\frac{178}{500}$.

Die Wirkungen der Elektricität auf das Waſſer ſind bereits oben S. 236. u. f. angeführt worden.

Wirkung der Elektricität auf den Puls, und andere Sachen.

Bisher hatte man faſt allgemein geglaubt, daß die Elektricität auf die Beſchleunigung des Umlaufs des Bluts einen beträchtlichen Einfluß habe, und Cavallo erzählt beſonders, daß nach ſeinen Erfahrungen ſowohl die poſitive als negative Elektricität im Allgemeinen den Puls um ein Sechſtel beſchleunige. Es ſchien van Marum der Mühe werth, dieſe Sache durch die ſtärkere Kraft der Teylerſchen Maſchine zu

entſcheiden. Zu ſeinen Verſuchen wählte er nun ſolche Perſonen, die mit der Elektricität vertraut genug waren, um dabey ganz kaltblütig zu ſeyn. Allein alle dieſe Verſuche ergaben, daß die Elektricität auf den Puls keinen Einfluß habe, und er vermuthete daher, daß, wenn man eine merkliche Beſchleunigung des Pulſes bey einer elektriſirten Perſon beobachtet habe, ſolches in den meiſten Fällen durch einige Furcht, welche die elektriſirte Perſon gehabt habe, verurſacht worden ſey.

Selbſt Cavallo hatte ſchon vor van Marum's Verſuchen, in ſeiner zweyten Ausgabe der mediciniſchen Elektricität, bemerkt, daß er ſich nicht erinnern könne, daß ſein Puls durchs Elektriſiren je geſchwinder geſchlagen hätte, ohnerachtet er den Verſuch mehrmals, und unter verſchiedenen Umſtänden wiederholt habe. Dennoch habe ihm Partington verſichert, daß das Elektriſiren die gewöhnliche Zahl der Pulsſchläge, wenn auch nicht in einem geſunden, doch gewiß in einem ungeſunden Zuſtande des Körpers, um ein Beträchtliches vermehre.

Ja man hat nachher, ohnerachtet van Marum's Verſuche ſo entſcheidend zu ſeyn ſchienen, gleichwohl wieder behauptet, daß der Puls im Allgemeinen von der Elektricität beſchleunigt werde, und daß überhaupt die Elektricität die Ausdünſtung befördere [i]). Daher hielt es van Marum für rathſam, Verſuche dieſer Art zu wiederholen, um dieſen Gegenſtand gänzlich zu entſcheiden. Dieſe Verſuche zeigten ebenfalls, wie die vorigen, daß eine ſehr beträchtliche Unregelmäßigkeit in dem Pulſe einiger Perſonen ſtatt finde, und daß

i) M. ſ. Böckh's Anwendung der Elektricität auf den menſchlichen Körper. Erlang. 1791. 8.

daß die Anzahl der Pulsſchläge bey keiner einzigen Perſon in allen den Minuten die Zahl übertraf, welche man bemerkte, ehe dieſe Perſonen elektriſirt wurden.

Ohnerachtet man auch bisher allgemein behauptet hatte, daß die Elektricität die Ausdünſtung befördere, ſo waren doch van Marum's ſehr genaue Verſuche von einem ganz andern Erfolg. Sie zeigten nämlich, daß die Elektricität die unmerkliche Ausdünſtung keinesweges befördere, ſondern ſie vielmehr verzögere.

Ferner beobachtete van Marum, daß die Elektricität weder einen Einfluß auf die Ausdünſtung der Pflanzen, noch auf die Vermehrung des Verdampfens der Flüſſigkeiten unter dem gewöhnlichen Drucke der Atmoſphäre, noch auf die Verdünnung der Luft habe.

Außerdem fand van Marum vermittelſt der Elektricität, daß die völlig ausgetrocknete Kohle noch Waſſerſtoff enthalte.

Cavallo [k]) hatte zufälligerweiſe bemerkt, daß ein elektriſcher Schlag, der über die Oberfläche eines Kartenblatts gegangen war, die rothen Flecke deſſelben mit ſchwarzen Strichen bezeichnet hatte. Dieß veranlaßte ihn, zu unterſuchen, was die elektriſchen Schläge für Wirkungen auf die Kartenblätter thun würden, wenn ſie mit verſchiedenen Farben gemahlt wären. Er überſtrich daher Kartenblätter faſt mit allen Farben, die er bey der Hand hatte, und ließ, als ſie recht trocken waren, Schläge darüber gehen. Die Wirkungen waren dieſe:

Zinno-

k) Vollſtänd. Abhandlung der Lehre der Elektricität. Th. I. S. 386 f.

Zinnober ward mit einem ſtarken Striche bezeichnet, der ohngefähr $\frac{1}{10}$ Zoll breit war. Der Strich iſt mehrentheils einfach, bisweilen theilt er ſich in der Mitte in zwey, bisweilen, beſonders wenn die Dräthe weit von einander geſtanden haben, geht er nicht in einem fort, ſondern iſt in der Mitte unterbrochen. Oft obgleich nicht allezeit, bemerkt man, daß der Eindruck an dem Ende des Draths, wo die elektriſche Materie ausgeht, ſtärker iſt; da hingegen das andere Ende des Strichs an dem einen Drathe weder ſo ſtark ausgezeichnet iſt, noch den Drath ſo weit umgibt, als das andere Ende.

Carmin erhielt einen ſchwachen blaſſen Eindruck von Purpurfarbe.

Grünſpan ward von dem Kartenblatte abgeſchlagen, außer wenn er mit ſtarkem Gummiwaſſer eingemacht war, in welchem Falle er einen ſehr ſchwarzen Eindruck erhielt.

Bleyweiß ward mit einem ſtarken ſchwarzen Striche, jedoch nicht ſo breit als der Zinnober, bezeichnet.

Mennige ward mit einem blaſſen carminrothen Flecke bezeichnet.

Die andern Farben, welche er verſuchte, waren Operment, Gummigutt, Saftgrün, rothe Dinte, Ultramarin, Berlinerblau, und wenige andere aus den vorigen zuſammengeſetzte; dieſe aber bekamen gar keinen Eindruck.

Es fiel ihm ein, daß der ſchwarze Fleck, den der Zinnober von dem elektriſchen Schlage bekommt, vielleicht von der großen Menge des Schwefels herrühre, welche in dieſem Mineral enthalten iſt. Dieß

bewog

bewog ihn, folgenden Verſuch anzuſtellen. Er vermiſchte Operment und Schwefelblumen zu gleichen Theilen, und beſtrich mit dieſer Miſchung, mit Hülfe eines ſehr verdünnten Gummiwaſſers, ein Kartenblatt; aber der elektriſche Schlag ließ darauf nicht die geringſte Spur zurück.

Da er begierig war, dieſe Unterſuchung weiter zu treiben, und beſonders etwas über die Eigenſchaften des Ofenrußes und Oels zu beſtimmen, ſo beſtrich er einige Blätter Papier auf beyden Seiten mit Oelfarben, und ließ einen Schlag aus zwey Quadratſchuhen belegten Glaſes über jedes von denſelben gehen, indem er die Verbindung beyder Seiten der Flaſche an ihrer Oberfläche unterbrach. Er fand, daß die mit Ofenruß, Berlinerblau, Zinnober und Purpurbraun beſtrichenen Blätter durch den Schlag zerriſſen wurden; die mit Bleyweiß, Neapolitaniſchem Gelb, Engliſchem Oker und Grünſpan gemahlten aber unbeſchädigt blieben.

Ein eben ſo ſtarker Schlag ließ auf einem Blatte Papier, das ſehr dick mit Ofenruß und Oel beſtrichen war, nicht die mindeſte Spur zurück. Er ließ auch den Schlag über ein Papier gehen, das ſehr ungleich mit Purpurbraun übermahlt war, und fand das Papier zerriſſen, wo die Farbe ſehr dünn gelegen hatte, an denjenigen Stellen aber, wo ſie ſtärker aufgetragen war, hatte es keine Beſchädigung erlitten. Dieſe Verſuche wiederholte er verſchiedene Male, und mit einigen kleinen Veränderungen, welche auch die Wirkungen ein wenig veränderten. Aus allen aber ſchienen ſich folgende Sätze zu ergeben:

1. Ein Ueberzug von Oelfarbe beſchützt den Körper vor den Wirkungen ſolcher elektriſchen Schläge,

 die

die ihm ſonſt Schaden zufügen würden; aber er kann ihn keineswegs vor jedem Schlage ſchützen.

2. Keine Farbe hat hierbey einen Vorzug vor der andern, wenn ſie gleich ſtark aufgetragen, und in gleichem Grade mit Oel verſetzt ſind; ſtark aufgetragene Farben aber geben eine beſſere Beſchützung als dünnere.

Wenn er die erwähnten Papierblätter rieb, ſo fand er, daß ſich die Elektricität am leichteſten in dem mit Ofenruß und Oel beſtrichenen Papiere erregen ließ, auch in demſelben ſtärker wurde; vielleicht, meint er, könne aus dieſer Urſache der Ofenruß und das Oel dem Schlage etwas beſſer, als die andern Farben, widerſtehen.

Außerdem bemerkt er, daß der Zinnober, wenn er mit Leinöl aufgetragen werde, den ſchwarzen Streif faſt eben ſowohl erhalte, als wenn er mit Waſſer aufgetragen worden ſey. Auch das mit Bleyweiß und Oel gemahlte Papier erhalte einen ſchwarzen Fleck, der aber von beſonderer Natur ſey. Im Anfange nämlich ſey er faſt eben ſo ſchwarz, als er in dem mit Waſſer aufgetragenen Bleyweiß erſcheine; aber nach und nach verliere er ſeine Farbe, und in Zeit von einer Stunde könne man an ihm gar keine Schwärze mehr wahrnehmen. Er erſcheine alsdann nur, wenn man das Papier in das gehörige Licht ſtelle, ganz ohne Farbe, und wie ein Eindruck, den man mit dem Fingernagel gemacht habe. Auch ließ er den Schlag über ein Stück Bret gehen, welches vor 4 Jahren mit Bleyweiß und Oel war angeſtrichen worden, und auch hier zeigte ſich der ſchwarze Streif; er war aber nicht ſo ſchwarz, und verging nicht ſo bald, als der auf dem Papiere; doch war er in zwey Tagen ebenfalls gänzlich verſchwunden.

Es

Es war bekannt, daß, wenn die Entladung einer Verſtärkungsflaſche über Kreide geht, ſie auf der Oberfläche deſſelben einen leuchtenden Streiſen, wie von Phosphor, zurückläßt, an welchem ſich das röthliche Licht einige Sekunden ſehr deutlich zeigt; an einem Stück Zucker aber das Licht ins Grüne fällt. Nach van Marum's Urtheil verdienen dieſe Erſcheinungen viel Aufmerkſamkeit, weil ſie vielleicht nähere Aufſchlüſſe über die Natur der elektriſchen Materie geben könnten. Zu dieſer Abſicht unternahm er es, über mehrere Oberflächen gewiſſer Körper elektriſche Strahlen gehen zu laſſen. Die merkwürdigſten Erſcheinungen, die er wahrnahm, ſind folgende:

Kreide. Hierüber konnte man den Strahl der Teyleriſchen Maſchine bis auf die Länge von 10 oder 11 Zoll leiten. Er machte leuchtende Streifen im Zickzack auf derſelben, welche ſich erſt unter einem röthlichen Lichte zeigten, das nach und nach matter ward, doch aber öfters länger als eine Minute zu ſehen war.

Zucker. Einige Strahlen ließen auf demſelben leuchtende Streifen zurück, deren Licht grünlich war. Andere ſchlugen kleine leuchtende Bröckchen ab. Durch jeden Strahl wurden von dem Zucker viele kleine Theilchen abgeſchlagen, die ſich öfters zu entzünden ſchienen; auch entſtand öfters auf der Oberfläche des Zuckers bey dem Uebergang des Strahls eine röthliche Flamme, welche meiſtentheils ungefähr 2 Zoll hoch ſtieg.

Kryſtalliſirter Kalkſpath. Unter den vielen Gattungen von Kalkſpath, durch oder über welche er den elektriſchen Funken gehen ließ, hatte er nur

eine einzige Gattung gefunden, welche durch den elektriſchen Strahl erleuchtet ward. Dieſe wird auf dem Harz gefunden, und beſteht aus ſechseckigen Kryſtallblättchen, die mit einander verbunden große Kryſtallmaſſen bilden. Eine ſolche Kryſtallmaſſe wird, wenn der elektriſche Schlag durch oder über ſie geht, ſehr ſtark erleuchtet; öfters werden kleine Bröckchen abgeſchlagen, die ganz erleuchtet ſind, und einige Zeit fortleuchten. Die Farbe dieſes Lichts fiel ins Grüne.

Kryſtalliſirter ſandiger Quarz von Fontainebleau. Eben ſo wie auf Zucker.

Wenn der Strahl durch einige Körper ging, ſo erleuchtete er ſie in dem Augenblicke des Durchgangs ganz und gar. Dieß hat van Marum unter andern am ſtärkſten geſehen, als er den Strahl durch ein Stückchen Stahlſtein, welches ungefähr 6 Zoll dick war, und durch einen Stalaktiten aus der Höhle von Antiparos, der 10 Zoll lang war, gehen ließ.

Andere merkwürdige Eigenſchaften der Elektricität.

Prieſtley, dem die Wiſſenſchaften ſo viel zu verdanken haben, beſchäftigte ſich mit Verſuchen über den ſeitwärts gehenden Schlag, wovon er die wahre Urſache nicht entdecken konnte [l]). Er hing zuerſt eine 7 Fuß lange und 4 Zoll dicke pappene Röhre, welche mit Zinnfolie überzogen und an jedem Ende mit großen Knöpfen verſehen war, an ſeidenen Schnüren auf, und in dieſelbe wurde eine kupferne Röhre am unterſten Ende eines eiſernen Stäbchens, das mit der äußern Seite des Cylinders verbunden war, etwa $\frac{1}{4}$ Zoll tief hinein-

l) Verſuche und Beobachtungen über verſchiedene Gegenſtände der Naturlehre. Leipz. 1782. B. II. Abſchn. 27.

hineingebracht, während die Entladung durch einen iſo-
lirten unterbrochenen Kreis, deſſen Theile wenigſtens 2
Fuß von der iſolirten Röhre abſtanden, unternommen
ward. Bey der Exploſion entſtand der Funke, allein
er wunderte ſich ungemein, daß er nicht bemerken konnte,
daß entweder eine poſitive oder eine negative Elektrici-
tät der iſolirten Röhre mitgetheilt worden war. Weder die aus Mark gemachten Kügelchen noch die
dünnſten Fäden bewegten ſich, oder divergirten im min-
deſten während der Entladung oder nach derſelben.
Bey mehrmaliger Wiederholung war der Erfolg dieſes
Verſuchs der nämliche. Der elektriſche Funke war
zwiſchen den Körpern, die den elektriſchen Kreis und
die iſolirte Röhre ausmachten, ſehr deutlich ſichtbar,
er betrug manchmal ½ Zoll in der Länge. Um die
Urſache dieſer Erſcheinung, welche er nach keiner ein-
zigen Theorie einſehen konnte, zu entdecken, nahm er
ſich vor, den Verſuch auf mancherley Art abzuändern.
Nachher fand er bey der Wiederholung, daß den Fäden, welche von der iſolirten Röhre herabhingen, eine
äußerſt ſchwache Elektricität mitgetheilt ward, welche
jederzeit poſitiv, und daher beſtändig die nämliche war,
die auf der innern Seite des Cylinders ſtatt fand.
Gleichwohl mußte er ſich wundern, daß ein ſtarker
Funke der iſolirten Röhre nicht mehr Elektricität mit-
theilen ſollte, als er wirklich gethan hatte. Da alſo
die Umſtände unwahrſcheinlich waren, ſo zweifelte er
damals nicht, daß dieſe iſolirten Körper nicht wirklich,
obgleich in einem außerordentlich geringen Grade, ent-
weder poſitiv oder negativ elektriſirt wären, je nachdem
nämlich die innere Seite des Cylinders es durch dieſen
Seitenſchlag entweder poſitiv oder negativ war. Allein eine ſcheinbare Verſchiedenheit der Phänomene ver-
anlaßte ihn, dieſe Arbeit weiter fortzuſetzen. Unter
andern

andern Verſuchen ſtellte er daher folgenden an: als er nämlich einen dünnen Faden an einen iſolirten meſſingenen Drath gehängt hatte, welcher ſo angebracht war, daß er etwa $\frac{1}{8}$ Zoll von einem andern ebenfalls iſolirten Drath abſtand, und da er ferner den Drath, woran die Markkugeln hingen, elektriſirt und einen mit der nämlichen Elektricität geladenen Drath nahe daran gebracht hatte, ſo bemerkte er, daß der elektriſirte Drath die Kugeln, welche vorher zurückgetrieben wurden, bey jeder Entladung augenblicklich anzog, und daß dieſer Erfolg beſtändig derſelbe war, die Kugeln nebſt dem Drathe und auch der Cylinder mochten entweder mit poſitiver oder negativer Elektricität geladen ſeyn. Hieraus folgerte Prieſtley, daß unter dieſen Umſtänden die Elektricität des Stäbchens, welches den ſeitwärts gehenden Strahl aufnahm, dadurch entladen ward. In der Folge wiederholte er dieſen Verſuch mit einer kleinen Veränderung, und fand, daß die Elektricität des Stäbchens durch den ſeitwärts gehenden Schlag nur vermindert ward. Dieſe Erfahrungen begünſtigten gleichwohl nicht die Vorausſetzung, daß die Mittheilung der Elektricität weder der auf der innern noch der auf der äußern Seite des Cylinders gleichförmig ſey, und ſie überzeugten ihn zugleich mit den vorhergehenden Verſuchen, daß dieſer ſeitwärts gehende Funke keineswegs die Wirkung hervorbrachte, welche bey der Mittheilung der Elektricität bewirkt werden kann. Durch nochmalige Verſuche aber glaubte er das beobachtete ſonderbare und unerwartete Phänomen erklären zu können. Er brachte nahe an ein eiſernes Stäbchen, welches den Boden eines poſitiv geladenen Cylinders berührte, ein anderes iſolirtes Stäbchen, an welchem ein Paar Markkügelchen hingen, und dann bemerkte er, daß, wenn er die Entladung

durch

durch einen unvollendeten Kreis unternahm, ein ſtarker Funke zwiſchen dem iſolirten und dem andern Stäbchen, das den Boden des Cylinders berührte, hinging. Unmittelbar darauf fand er die Kügelchen ſo ſehr abgeſondert, als es nur die Lage, in der ſie ſich befanden, erlaubte, und, indeß ſie beſtändig in einem abgeſonderten Zuſtande waren, negativ; als er aber unmittelbar darauf den Kreis mit guten Leitern verſah, und der Ueberreſt der Exploſion die Geſtalt eines großen Funken gab, ſo ging zwiſchen beyden Dräthen ein anderer Funke hin, und unmittelbar darauf fielen die beyden Kügelchen wieder dicht zuſammen, und manchmal wurden ſie durch die entgegengeſetzte, d. i. poſitive Elektricität, getrennt.

Hierbey beobachtete er, daß, je mehr der Kreis unterbrochen war, deſto weiter der ſeitwärts gehende Strahl reichte, und daß die Elektricität, welche die völlige Exploſion mittheilte, poſitiv oder negativ war, je nachdem der Cylinder poſitiv oder negativ geladen war. Das Reſultat einer unvollkommnen Entladung war immer das Gegentheil.

Als er verſchiedene Körper, und auch den Cylinder, der poſitiv geladen war, iſolirte, ſo nahmen ſie alle durch die Entladung eine poſitive Elektricität an.

Jetzt war es ihm aber noch nicht möglich zu begreifen, daß der ſeitwärts gehende Funke dem iſolirten Stabe die Elektricität nicht mittheile, ſondern er bildete ſich ein, daß die Art der mitgetheilten Elektricität von irgend einem Umſtande in der Anordnung der Geräthſchaft, von welcher er nicht genau genug unterrichtet war, abhing. Endlich erinnerte er ſich aber, daß dieſer letzte Verſuch in einiger Rückſicht dem ähnlich war, welchen **Richmann** angeſtellt hat, und

ſeine

ſeine Wißbegierde ward befriedigt, da er ſich überzeugte, daß die negative Elektricität der Körper, welche den Kreis bey der unvollkommenen Entladung bildeten, bey der Entladung der innern Seite durch die größere Schwierigkeit bewirkt wurde, mit welcher die Wiedererſetzung der äußern Seite des Cylinders verbunden war, und daher allen Körpern, die ſie erreichen konnte, die negative Elektricität mittheilte. Hieraus zog er den Schluß, daß, wenn der Cylinder iſolirt war, und die innere Seite ihre Elektricität mit mehr Mühe von ſich geben mußte, als ſie die äußere Seite aufnahm, die Körper, welche den Kreis bildeten, eine poſitive Elektricität annehmen würden. Der Erfolg entſprach genau ſeinen Erwartungen. Ueberdem folgerte er, daß, wenn er in der Mitte des Kreiſes eine Unterbrechung bewirkte, die im Kreiſe zwiſchen dem Orte der Unterbrechung und der innern Seite des Cylinders angebrachten Körper poſitiv würden geladen werden, indeß die, welche zwiſchen dem Orte der Unterbrechung und der äußern Seite ſich befanden, eine negative Elektricität würden angenommen haben, und auch dieſe Folgerung beſtätigte die Erfahrung.

Bey dieſen Umſtänden konnte er alſo dem iſolirten Körper eine Elektricität mittheilen, welche er wollte, je nachdem eine Unterbrechung in einem oder dem andern Theile des Kreiſes ſtatt fand, und es war außer allem Zweifel, daß die Seitenexploſion immer eine oder die andere Elektricität von ſich zu geben oder anzunehmen geſchickt ſey, je nachdem die Natur des Kreiſes und der Ort, wo dieſer ſeine Lage hat, ſo oder anders beſchaffen iſt.

Einige Zeit darauf ſchien es ihm wahrſcheinlich, daß die Elektricität, welche man die überflüſſige der

äußern

äußern oder innern Seite des Cylinders nennen könnte, die von der in dem Glaſe befindlichen verſchieden iſt, und die Ladung ausmacht, einigen Antheil an dieſem Erfolge haben mußte, und die Erfahrung beſtätigte dieſen Satz. Denn als er einen poſitiv geladenen Cylinder iſolirte, fand er, daß, wenn er die belegte äußere Seite zuletzt berührte, und die Entladung mittelſt guter Leiter bewirkte, ſie alle poſitiv elektriſirt waren, und daß die nahe an den Kreis gebrachten Körper ſich in dem nämlichen Zuſtande befanden.

Zu der Zeit, als er dieſe Verſuche machte, beſann er ſich nicht, daß ſchon Aepinus die nämliche Beobachtung bey der Entladung einer Lufttafel gemacht hatte; allein als er über das Urtheil, das derſelbe darüber gefällt hatte, nachdachte, ſo meinte Prieſtley, daß er ſich in Anſehung des wahren Grundes, warum dieſer Verſuch Franklin und Andern nicht hat glücken wollen, geirrt habe. Denn er ſage, daß die Oberfläche, woran Franklin den Verſuch angeſtellt habe, nicht groß genug geweſen ſey, um eine merkbare Wirkung hervorzubringen, und daß die Entfernung der metallenen Platten ebenfalls kleiner geweſen ſey, als ſie bey Ladung des Glaſes nothwendig hätte ſeyn ſollen. Prieſtley konnte im Gegentheil dem iſolirten Kreiſe mit einem gemeinen Cylinder eine ſo merkbare Elektricität mittheilen, als Aepinus durch Hülfe ſeiner Lufttafel. Ueberdieß hänge es mehr von der Stärke der Ladung, die bey der Lufttafel unbeträchtlich geweſen ſeyn müſſe, als von der Oberfläche ab, welche noch vergrößert werden könne, wenn man die Anzahl der Cylinder in den Batterien vermehre. In der Folge machte er aber doch noch die Bemerkung, daß von der Größe der

Ober-

Oberfläche der Belegung und der mit derſelben verbundenen Körper viel abhing.

Da er nun dem Kreiſe auf zwey verſchiedene Arten eine von beyden Elektricitäten, welche ihm gefiel, geben konnte, ſo glaubte er, daß, wenn er ſie ſo ins Gleichgewicht bringen könnte, daß ſich keine von beyden mittheilte, kein ſeitwärts gehender Funke zum Vorſchein kommen würde, wie bey den angeführten Verſuchen. Allein hierin hatte er ſich völlig geirrt; denn

1. wenn er die eine Hälfte der überflüſſigen Elektricität der innern Seite wegnahm, und beyde Seiten auf gleiche Art elektriſiren ließ, ſo theilte die Entladung des Cylinders durch den Kreis von guten Leitern dem Kreiſe nicht die geringſte Elektricität mit und der ſeitwärts gehende Schlag war faſt eben ſo deutlich wie vorher.

2. Wiederholte er dieſen Verſuch auf die Art, daß er beyde verſchiedene Methoden gleichſam unter einander verglich, und eine Elektricität nach der andern dem Kreiſe mittheilte. Iſolirte er den Cylinder nicht, ſondern ſetzte ihn auf den Tiſch, welcher den Kreis vorſtellt, und brachte die Körper ſo an, daß ſie denſelben berührten, ſo bewirkte er durch das Entladen eine poſitive Elektricität. Allein zu eben der Zeit, als er eine Unterbrechung im Kreiſe verurſachte, indem er einen Theil des Tiſches in denſelben brachte, ſo konnte er leicht veranſtalten, daß der Kreis keine von beyden Elektricitäten annahm. Der ſeitwärts gehende Schlag war aber ganz wider ſeine Erwartung eben ſo beträchtlich wie vorher.

Hierdurch wurde nun Prieſtley in Anſehung des ſeitwärts gehenden Schlags in dieſelbe Ungewißheit verſetzt, als er ſchon vorher geweſen war; denn

wenn

wenn die beyden Elektricitäten genau im Gleichgewichte waren, ſo war der Schlag ſehr wenig vermindert, und gleichwohl hatte der Körper, welcher die elektriſche Materie aufnahm, nicht die geringſte Elektricität. Als er nun noch weiter über dieſe Sache nachdachte, glaubte er, daß dieſer ſeitwärts gehende Schlag die Beſchaffenheit einer Exploſion habe, und daß ein elektriſcher Funke bey einem ſo kleinen Zeitraume, der nicht unterſchieden werden kann, hinein und wieder herausgehe und gar keine bemerkbare Wirkung zurücklaſſe.

Ueberhaupt zeigt ſich der ſeitwärts gehende Schlag nach Prieſtley am beſten auf folgende Art: man läßt eine geladene Flaſche auf dem Tiſche ſtehen, bringt ein dickes meſſingenes iſolirtes Stäbchen dicht an die äußere Belegung der Flaſche, und nahe an das andere Ende etwa ½ Zoll davon bringe man den Körper, welcher die Exploſion aufnehmen ſoll. Dieſer Körper muß 6 oder 7 Fuß lang, und einige Zoll dick ſeyn. Alsdann unternehme man die Exploſion mit dem entladenden Stäbchen, das auf dem Tiſche bleibt und an einer Kette beſeſtigt iſt, deren äußerſter Theil etwa 1½ Zoll von der äußern Belegung der Flaſche entfernt iſt.

Nach Cavallo ſcheint die Urſache dieſer Erſcheinung in der Unterbrechung der Verbindung zu liegen, welche durch die in derſelben eingeführten ſchlechten Leiter entſteht; denn nachdem dieſe Unterbrechung ſtärker oder geringer ſey, nachdem ſey auch der ſeitwärts gehende Schlag mehr oder weniger beträchtlich.

Cuthberſon m) hat über den ſeitwärts gehenden Schlag mehrere Verſuche angeſtellt, und zu Unterſu-

m) Abhandlung von der Elektricität. 3te Fortſ. S. 203 f.

terſuchung deſſelben eine eigne Vorrichtung angegeben. Mittelſt derſelben ladete er durch den beym Entladen ſeitwärts gehenden Schlag eine kleinere Flaſche, und zwar mit poſitiver Elektricität, wenn die größere Flaſche inwendig poſitiv, mit negativer hingegen, wenn ſie negativ geladen war; auch zeigte ſich der Schlag ſtärker, wenn mit der innern Belegung ein Leiter von mehr Oberfläche verbunden wurde, z. B. wenn man die größere Flaſche ſtatt des Knopfs mit einer großen metallenen Kugel verſah. Hieraus ſchließt er, daß der ſeitwärts gehende Schlag, wenn man die Flaſche poſitiv geladen habe, von dem Ueberſchuſſe der elektriſchen Materie herrühre, um welchen mehr Elektricität auf der innern Seite und den damit verbundenen Leitern angehäuft worden ſey, als von der äußern Seite habe abſtrömen können; ſey hingegen die Flaſche negativ geladen worden, ſo beſtehe er aus dem Ueberſchuſſe, um welchen mehr elektriſche Materie aus der einen Belegung der Flaſche und den damit verbundenen Leitern gezogen worden ſey, als der äußern Seite habe zuſtrömen können. Dieſe Erklärung ſcheint mehr mit der Sache übereinzuſtimmen, als die des Cavallo.

Eine andere merkwürdige Erſcheinung, welche D. Prieſtley n) bereits im Jahre 1766 wahrgenommen hatte, verdient hier noch bemerkt zu werden. Er hatte ſich eine Batterie von 40, 50, ja 60 Quadratfuß Belegung verſchaft. Als er nun dieſelbe mittelſt eines glatten meſſingenen Knopfs entladen hatte, bemerkte er von ungefähr einen ziemlich großen runden Fleck darauf, deſſen Mittelpunkt obenhin in eine Menge Punkte zerſchmolzen zu ſeyn ſchien. Jenſeit dieſes Centralflecks war ein Kreis von ſchwarzem Staube,

n) Geſchichte der Elektricität. 4. S. 432 f.

Staube, welcher ſich ohne Mühe wegwiſchen ließ. Was ihn aber am meiſten wunderte, war, daß ſich ein wenig jenſeit der geſchmolzenen Stellen ein ganzer und völlig runder Kreis glänzender Punkte befand, welcher aus Theilen beſtand, die obenhin zerſchmolzen waren. Faſt dieſelbe Erſcheinung bemerkte er auf glatten Stücken Bley und Silber. Durch Vergrößerungsgläſer betrachtet zeigte es ſich offenbar, daß alle dieſe glänzenden Punkte aus Höhlungen beſtanden. Ueberhaupt ſchienen die tiefſten Höhlungen bis zu den weniger tiefen auf polirten Metallſtücken ſich in folgender Ordnung zu finden: Zinn, Bley, Meſſing, Gold, Eiſen, Kupfer, Silber.

Wenn die Batterie ſehr ſtark geladen war, ſo ſchien der Centralfleck am irregulärſten zu ſeyn, eine mäßige Ladung hingegen brachte die ſchönſten Kreiſe zu Stande.

Bey Anſtellung einer Reihe Verſuche mit ſchlechten Leitern, und bey der Anwendung verſchiedener Methoden, die Entladung der Batterie in größern Entfernungen, als gewöhnlich, zu befördern, ſetzten ihn beſonders einige beym Gebrauch des Waſſers vorgekommene Erſcheinungen in Erſtaunen.

Er brachte einen Tropfen Waſſer auf die mit dem Inwendigen der Batterie communicirende meſſingene Ruthe, und ließ die Exploſion gerade über denſelben hingehen. Die Entladung geſchah in der Entfernung von etwa 1 Zoll, und auf dem äußerſten Ende des Tropfens kam ein ungemein ſchöner Kreis zum Vorſchein, welcher ſich von innen ſehr gut ſchloß, nach außen aber ſich allmählig verlor. Am meiſten verwunderte er ſich aber darüber, daß er in dieſem Kreiſe

keinen Centralfleck fand. Nun ließ er über ein Stück polirtes Kupfer, welches er naß gemacht hatte, die Exploſion gehen, und fand bloß einen langen Strich an dem Rande der benetzten Stelle, welcher auf der Seite des Waſſers gut begrenzt war, auf der entgegengeſetzten Seite ſich aber eben ſo, wie vorhin, allmählig verlor. Bey dieſen und andern Verſuchen beobachtete Prieſtley, daß die elektriſche Materie das Waſſer vermied, und ſich ziemlich hoch in die Luft begab, um das Metall zu erreichen.

Den Grund der Erſcheinung der Kreiſe ſcheint Prieſtley darin zu ſuchen, daß das elektriſche Fluidum elaſtiſch ſey, ſo daß ſich die Theilchen derſelben vermöge ihrer Elaſticität zurückſtoßen.

Als Prieſtley Price'n von dieſem Verſuche Nachricht ertheilt hatte, meldete dieſer jenem, daß diejenigen Kreiſe, welche unter dem Namen Zauberringe bekannt ſind und vom Blitze entſtehen ſollen, vielleicht mit den erwähnten Kreiſen eine Aehnlichkeit haben dürften, außer daß ſie keinen Centralfleck beſitzen. Prieſtley hatte nachher einen ſolchen Zauberring unterſucht. Er hatte ohngefähr 3 Fuß im Durchmeſſer, der Ring war ohngefähr 9 Zoll breit. Jeſſop will es durch Erfahrung beſtätigt gefunden haben, daß die Zauberringe wirklich eine Wirkung des Blitzes wären. Man fand nämlich nach einem ſtarken Gewitter auf einer Wieſe einen Kreis von 12 bis 15 Fuß im Durchmeſſer, deſſen Rand etwa 1 Fuß breit friſch verſengt war, und an dieſer Stelle kam das Gras im folgenden Jahr weit friſcher und grüner hervor.

Aus dieſem Grunde hat Cavallo die Ringe, welche auf glatt polirten Oberflächen von Metallen durch

den

den elektriſchen Schlag entſtehen, Zauberringe oder Hexenringe genannt.

Ferner war Prieſtley ſo glücklich, durch elektriſche Exploſionen auf der Oberfläche eines Stücks Metalls Ringe zu erzeugen, welche die ſchönſten Regenbogenfarben darſtellten. Auf dieſe Entdeckung leitete ihn ein bloßer Zufall. Da er nämlich eine Menge Exploſionen anſtellte, um die Seitenkraft derſelben mit einiger Gewißheit zu beobachten, bemerkte er, daß ein Stück Meſſing, durch welches er die Exploſionen hatte durchgehen laſſen, nicht allein geſchmolzen und mit einem Kreiſe durch ein Schmelzen um den Centralfleck herum bezeichnet, ſondern auch jenſeit des runden Flecks mit einer grünlichen Farbe bezeichnet war, welche er mit ſeinem Finger nicht leicht wegwiſchen konnte. Ueber dieſe neue Erſcheinung erſtaunt, ſetzte er die Exploſionen ſo lange fort, bis er bey angeſtellter Unterſuchung mit einem Vergrößerungsglaſe ſämmtliche prismatiſche Farben deutlich gewahr ward. Der Durchmeſſer des Rothen betrug $\frac{1}{3}$ und der Durchmeſſer des Purpurs beynahe $\frac{1}{4}$ Zoll. Der Durchmeſſer des ganzen gefärbten Ringes betrug bey den nachherigen Verſuchen beynahe einen ganzen Zoll. Er entſchloß ſich, mehrere Verſuche unter mancherley Veränderungen anzuſtellen, und fand dabey folgende Reſultate:

1. Wenn man einen ſpitzigen Körper einer platten Oberfläche gegen über befeſtigt, ſo bemerkt man, daß, je näher man ihn ſtellt, die Farben deſto geſchwinder erſcheinen, dichter auf einander folgen, und wenigern Raum einnehmen. Jedoch ſcheint es, daß, wenn der ſpitzige Körper ſo weit von der platten Oberfläche abſteht, daß die elektriſche Materie Platz genug hat, ſich auszubreiten, und einen ſo großen runden

Fleck, als die Batterie zuläßt, hervorbringen kann, dieſer gefärbte Raum ſo groß werde, als er nur werden kann; alsdann aber erſcheinen die Farben im Verhältniß der Entfernung ſpäter. Stellt man den ſpitzigen Körper ganz nahe, oder läßt man ihn gar die Oberfläche berühren, ſo kommen zwar die Farben bey der erſten Explosion zum Vorſchein, breiten ſich aber ſehr unordentlich aus, und ſtellen keine deutlich abgeſonderten Ringe dar.

2. Je ſpitziger der Drath iſt, aus welchem das elektriſche Feuer heraus fährt, deſto größer iſt die Zahl der Ringe. Eine ſtumpfe Spitze bringt zwar größere, aber auch wenigere Ringe hervor. Auch erſcheinen dieſe in einer gegebenen Entfernung weit ſpäter.

3. Bey Entſtehung dieſer Ringe pflegt die erſte Erſcheinung ein dunkeles Roth um den Rand des Centralflecken zu ſeyn; unmittelbar darauf kommt ein runder Raum zum Vorſchein, welcher bloß in einer ſchiefen Stellung gegen das Licht zu erkennen iſt, und wie ein Schatten auf dem Metall ausſieht. Nach und nach wird ſein äußerſter Rand dunkelbrauner.

4. Nach mehreren Exploſionen zeigt ſich ein durch einen andern Schatten jenſeit des erſtern bezeichneter zweyter Raum, welcher nur einen $\frac{1}{8}$ oder $\frac{1}{10}$ Zoll breiten Ring ausmacht, an welchem Prieſtley nie eine Veränderung ſeiner Erſcheinung wahrnehmen konnte.

5. Sämmtliche Farben kommen zuerſt um die Ränder des runden Flecks zum Vorſchein. Nach mehreren Exploſionen breiten ſich dieſelben gegen das Ende des zuerſt ausgezeichneten Raums aus, indeß andere an ihre Stelle kommen, bis ſich endlich nach 30 bis 40 Exploſionen drey deutlich abgeſonderte Ringe darſtellen, wovon jeder ſämmtliche Farben an ſich hat.

Wer-

Werden die Exploſionen noch weiter fortgeſetzt, ſo werden die Farben weniger ſchön und deutlich; denn die Röthe behält gewöhnlich die Oberhand, und macht die andern unkenntlich.

6. Die zuerſt erſchienenen Farben ſind jederzeit am lebhafteſten, auch ſchließen ſich dieſe Ringe dichter an einander, als die andern.

7. Man kann mit einer Feder, oder auch einem Finger, ohne Nachtheil über dieſe Farben wegſtreichen; mit einem Nagel laſſen ſie ſich aber leicht abkratzen. Die innerſten ſind am ſchwerſten wegzubringen.

8. Die erſten Ringe ſind zuweilen mit einer Menge ſchwarzen Staub bedeckt, welcher ſich aber abwiſchen läßt, da alsdann die Farben zum Vorſchein kommen.

9. Es iſt einerley, ob die elektriſche Materie aus dem ſpitzigen Körper auf die Tafel, oder von der Tafel auf den ſpitzigen Körper fährt; denn in beyden Fällen wird die der Spitze gegenüber ſtehende Fläche auf eine völlig gleiche Art bezeichnet; auch ſind die Spitzen ſelbſt, aus welchen das Feuer heraus oder zu welchen es geht, in einem ziemlichen Grade, ungefähr ½ Zoll, gefärbt. Auch ſchlagen die Farben hier, eben ſo wie auf der Tafel, wieder zurück.

10. Je mehr Kreiſe zugleich entſtehen, deſto feiner ſchienen ihm die Farben; durch heftige Exploſionen hingegen wird die Oberfläche gleichſam zerriſſen, und die Farben erſcheinen rauh und grob. Dergleichen Rauhigkeit aber iſt nur auf Stahl bemerkbar. Auf Silber, Zinn und polirtem Meſſing waren die Farben von dergleichen Grobheit jederzeit frey.

11. Eine polirte Oberfläche iſt zu dieſen Farben eben nicht nothwendig; denn auf rauhen kommen ſie

eben ſo gut zum Vorſchein, außer daß ſie auf denſelben nicht ſo ſchön erſcheinen.

12. Dieſe farbigen Ringe kamen auf allen Metallen, welche er zu ſeinen Verſuchen gebraucht hat, auf gleiche Art zum Vorſchein.

13. Wenn er die Spitze gegen die Fläche, worauf die Farben vorkamen, ſchief ſtellte, ſo war der Kreisfleck ganz rund und der Mittelpunkt deſſelben in einer aus der Spitze gezogenen ſenkrechten Linie auf der platten Oberfläche; die Farben aber fielen länglicht, ſo daß ihr Mittelpunkt auf die Verlängerung des ſpitzigen Draths traf.

Prieſtley ermunterte van Marum, ſeine Verſuche über die Kreiſe mit der Teylerischen Maſchine zu wiederholen. Van Marum ſtellte ſie im Jahre 1786 mit der Ladung der Batterie von 225 Fuß an. Der Verſuch ſchien ihm aber zu beweiſen, daß eine ſo ſtarke Batterie zur Hervorbringung dieſer Kreiſe weniger geſchickt ſey, als eine von 30, 40, 60 und 80 Fuß Belegung.

Die Verſuche über die Erſcheinungen der gefärbten Kreiſe waren ebenfalls ohne Erfolg.

Was die Verkalkung der Metalle betrifft, ſo brachte ſie van Marum mittelſt des elektriſchen Schlags nicht allein in den Gasarten, welche Sauerſtoff enthalten, zu Stande, wobey jederzeit eine Verminderung der reinen Luft ſtatt fand, ſondern er wollte ſie auch in nitröſer und ſogar in flammabler Luft durch den elektriſchen Schlag bewirkt haben. Auch unter dem Waſſer brachte er die Verkalkung des Bleys und Eiſens zu Stande, wobey ſich der Kalk, wie eine Wolke, erhob, und einige Luftblaſen aus dem Waſſer auf-

aufſtiegen, die er brennbar fand. Dieſen letzten Verſuch erklärt er nach dem antiphlogiſtiſchen Syſteme, und nimmt zugleich daher einen Beweis, daß das Waſſer aus Sauerſtoff und Waſſerſtoff zuſammengeſetzt ſey.

Da es noch zweifelhaft war, ob in der elektriſchen Flüſſigkeit Wärmeſtoff zugegen ſey, obgleich mehrere Wirkungen derſelben dieß zu vermuthen Veranlaſſung gaben, ſo unternahm van Marum eine Reihe von Verſuchen, um dieſe Sache zur Gewißheit zu bringen. Anfänglich war es ihm nicht möglich, das geringſte Steigen am Wärmemeſſer zu bemerken, und er ſchloß, daß wahrſcheinlich die elektriſche Flüſſigkeit keinen Wärmeſtoff in einem freyen wirkenden Zuſtande enthalte, und zwar um ſo mehr, weil das Entzünden der brennbaren Körper und das Schmelzen der Metalle der erſtaunlichen Geſchwindigkeit der elektriſchen Materie zugeſchrieben werden könne.

Inzwiſchen hatte Adams die Kugel eines Thermometers in Ströme der elektriſchen Flüſſigkeit gehalten, welche aus verſchiedenen hölzernen Kugeln kam und in andere Kugeln trat; hier ſah er das Thermometer von 68 bis 100, 105 und 110 Grad ſteigen. Van Marum wurde hierauf von Volta gebeten, zu verſuchen, bis zu welchem Grade er auf dieſe Art das Queckſilber eines Thermometers durch die große Kraft der Teyleriſchen Maſchine bringen könnte. Mit Erſtaunen ſah er, daß die empfindlichſten Thermometer nicht höher als bis 100 Grade ſtiegen.

Als er aber die Wirkung auf das Thermometer aufmerkſam beobachtete, ſo konnte er ſie nicht als

einen überzeugenden Beweis von dem Daſeyn des Wärmeſtoffs in der elektriſchen Flüſſigkeit anſehen, weil eine Entbindung des Wärmeſtoffs der atmoſphäriſchen Luft dabey vorzüglich wirkſam hätte ſeyn können. Daher brachte er das Thermometer in verdünnte Luft, und ließ elektriſche Ströme, wie vorher, auf daſſelbe gehen; hier bemerkte er aber, daß das Queckſilber viel höher ſtieg, als in der nicht verdünnten atmoſphäriſchen Luft. Um aber doch ſo viel als möglich einen völlig entſcheidenden Beweis zu erhalten, wiederholte er zuerſt den Verſuch in ganz reiner Luft, welche verdünnt war, und in der eben ſo verdünnten Stickſtoffluſt. Das Steigen des Queckſilbers war aber nicht beträchtlicher bey dieſen Verſuchen, als bey jenen. Daher ſchloß er, daß die Erwärmung der in die elektriſchen Ströme gebrachten Kugel des Thermometers nicht dem durch dieſe nämlichen Ströme aus der atmoſphäriſchen Luft entbundenen Wärmeſtoff zugeſchrieben werden könne. Allein auch dieſer Verſuch ſchien ihm keinen allgemein gültigen Beweis von dem Daſeyn des Wärmeſtoffs in der elektriſchen Materie zu liefern, weil man noch immer einwenden könnte, daß die elektriſche Materie durch das Zuſtrömen an die Kugel eine Wärme hervorbringen könne. Vielmehr glaubt er, daß das Daſeyn eines Wärmeſtoffs weit befriedigender aus der Wirkung der Elektricität auf einige nicht ausdehnbare Flüſſigkeiten bewieſen werden könne, welche in elaſtiſche oder luftförmige Flüſſigkeiten verwandelt werden, wenn man ſie der Wirkung der Elektricität ausſetzt. Dadurch wurde er aufgemuntert, im Septemb. 1793 Verſuche anzuſtellen, um zu ſehen, ob er mehrere flüſſige und nichtflüſſige Körper in elaſtiſche Flüſſigkeiten dadurch verwandeln könnte, daß er die elektriſche Materie in ſehr reichlicher Menge

hinein-

hineinließ. Dabey kam er aber auf den Gedanken, die Verſuche im luftleeren Raume anzuſtellen, weil hier eine ſehr geringe Menge Wärmeſtoff ſchon Luft erzeugen könne. Er gebrauchte hierzu den torricelliſchen Raum, und ließ an verſchiedenen Barometerröhren von $\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeſſer oberhalb Dräthe von Platina anſchmelzen, kehrte nachher die Röhre um, und füllte ſie ſo weit voll Queckſilber, daß ſie nur noch $\frac{1}{5}$ Zoll leer blieben. In dieſen Raum brachte er die Flüſſigkeit, durch welche die elektriſchen Funken ſchlagen ſollten, hielt dann die Oeffnung zu und kehrte die Röhre um, damit die Flüſſigkeit in den obern Raum hinauf ſtieg. Der leere Raum ſelbſt hatte eine Länge von etlichen Zollen, welche ihm die vortheilhafteſte zu ſeyn ſchien. Die Röhre hielt er hernach wie einen Standbarometer in vertikaler Stellung in einem Gefäße mit Queckſilber feſt. Auf die Röhre ſetzte er eine Kugel von 3 Zoll im Durchmeſſer und ließ die Conduktorfunken darauf fallen. Das Queckſilber in der Röhre war ebenfalls durch einen Drath mit einer iſolirten Kugel in Verbindung.

Die erſten Verſuche wurden mit dem durch Kochen und Auspumpen ſorgfältig von Luft gereinigten Waſſer angeſtellt. So wie die Funken durch den leeren Raum auf das Waſſer ſchlugen, zeigte ſich ſogleich eine anſehnliche Menge erzeugter Luft, ſo daß nach 3 Minuten das Queckſilber um $1\frac{1}{2}$ Zoll gefallen war. In den 5 folgenden Minuten fiel das Queckſilber nicht weiter, als noch $\frac{1}{4}$ Zoll, und dann hörte das Entſtehen der Luft gänzlich auf. Nach drey Tagen war die erzeugte Luft noch nicht im mindeſten verringert. Bey einem ähnlichen Verſuche entſtand eine ſolche Menge Luft, daß in 4 Minuten das Queckſilber

3 Zoll 4 Linien fiel; allein am andern Tage hatte ſie ſich um 1 Zoll 8 Linien vermindert, die übrige aber behielt ihre Elaſticität beſtändig.

Bey einem Verſuche mit Alkohol entſtand eine ſo übermäßige Menge Luft, daß Anfangs das Queckſilber bey jedem Funken faſt $\frac{1}{2}$ Zoll fiel. Die Lufterzeugung nahm aber in dem Maaße ab, wie das Queckſilber gefallen war. Ein Paar ähnliche Verſuche gaben noch auffallendere Reſultate, die übrigens den vorigen ähnlich waren. Bey einem Verſuche mit ätzendem Ammoniakgas erzeugte ſich in 5 Minuten eine Luftſäule von 21 Zoll. Das kohlenſaure Ammoniak lieferte eine Säule von 18 Zoll und der Kampher eine von $6\frac{1}{2}$ Zoll in eben der Zeit.

Die Luft aus dem Alkohol war nach der Prüfung eine reine brennbare; die aus dem Kampher beynahe eben ſo ungemiſcht, die aus den beyden Ammoniakarten aber beſtand aus brennbarer mit Stickluft gemiſcht. Man ſieht hieraus, daß die Elektricität die beyden Beſtandtheile des Ammoniaks, den Waſſerſtoff und Stickſtoff, von einander geſondert hat. Van Marum glaubte, daß auch die aus dem Waſſer bereitete aus Sauer- und Waſſerſtoffluft beſtehen werde, und wollte ſie deßhalb anzünden, allein dieß ging nicht; er verdichtete die erhaltene Luft faſt ſo ſtark wie die atmoſphäriſche, indem er die Barometerröhre in eine weitere mit Queckſilber gefüllte einſenkte; allein es folgte gleichwohl nicht eher eine Entzündung, als bis etwas Sauerſtoffgas oder atmoſphäriſche Luft hinzu gelaſſen ward. Hieraus ließ ſich alſo ſchließen, daß bloß brennbare Luft aus dem Waſſer erhalten war, und van Marum kann nicht läugnen, daß es etwas ſchwer zu erklären ſey, wo der andere Beſtandtheil

des

des Waſſers, der Sauerſtoff, hingekommen ſey. Warum, frägt er, hat ſich derſelbe nicht ebenfalls mit dem Wärmeſtoff aus der elektriſchen Materie zu Sauerſtoffgas gebildet? Allein, ſagt er, es könne ſeyn, daß dieſe letztere Bildung viel ſchwerer halte, als die erſtere, und da aus frühern Verſuchen bekannt war, daß der elektriſche Funke das Sauerſtoffgas zerſetzt; ſo könne ſein Sauerſtoff ins Queckſilber gegangen und der Wärmeſtoff entwiſcht ſeyn; indeſſen ließ ſich nichts von einer Verkalkung am Queckſilber bemerken.

Uebrigens hatten alle auf ſolche Art erzeugten Luftgattungen, bis auf einen Theil der aus dem Waſſer entſtandenen, ihre Elaſticität völlig beybehalten, denn ſelbſt nach Verlauf eines Jahrs war in ihren anfänglichen Röhren noch keine Veränderung zu bemerken, ob ſie gleich die Dichtigkeit der atmoſphäriſchen Luft erhalten hatten. Die Elektricität hat alſo bey dieſen Verſuchen eben das bewirkt, was man ſonſt dem Wärmeſtoffe zuſchreibt, und ſie ſcheinen alſo zu beweiſen, daß Wärmeſtoff in der elektriſchen Flüſſigkeit ſey. Außerdem ſcheint noch eine andere Subſtanz im elektriſchen Funken gebunden zu ſeyn, die ihn verhindert, die Körper zu erhitzen, durch welche er geht. Ob dieſe andere Subſtanz vielleicht der Lichtſtoff ſey, bleibt vor jetzt unentſchieden.

Paets van Trooſtwyck und Deimann hatten mit Hülfe Cuthberſon's deſtillirtes Waſſer, welches zuvor unter der Luftpumpe von aller anhängenden Luft möglichſt befreyt war, den Einwirkungen wiederholter Schläge einer Kleiſtiſchen Flaſche ausgeſetzt. Bey jedem Schlage entwickelte ſich aus dem Waſſer in der Glasröhre etwas Luft, bis bey einem

der

der Schläge dieſe Luft faſt gänzlich wieder verſchwand, und ſtatt ihrer Waſſer da war.

Pearſon o) bemerkt, daß man, um dieſen Verſuch nachzumachen, genauere Anweiſung bedürfe, als dieſe Phyſiker gegeben haben, und daher möge es kommen, daß er in den 7 Jahren, ſeitdem er bekannt wurde, von Niemand weiter beſtätigt worden ſey. Die 12 Zoll lange und $\frac{1}{8}$ Zoll weite Glasröhre, durch welche der Schlag geht, iſt ganz mit deſtillirtem Waſſer gefüllt, oben zugeſchmolzen, unten offen, und ſteht in einem Gefäße mit Queckſilber. Die beyden Platinadräthe in ihr ſtehen $\frac{5}{8}$ Zoll von einander ab. Der untere iſt mit der äußern Belegung einer Kleiſtiſchen Flaſche von 1 Quadratfuß Belegung, die am Conduktor der Maſchine ſteht, der obere mit einer Metallkugel verbunden, die in einer kleinen Entfernung von dem Conduktor geſetzt wird. Dieſe Entfernung muß ſo groß als möglich ſeyn, ohne daß die Schläge ſo ſtark werden, daß die Glasröhren zerſpringen. Hierauf beruht das Glücken dieſes delikaten Verſuchs.

Indeſſen entladet ſich auf dieſe Art die Kleiſtiſche Flaſche nie ganz, ſondern es geht etwa nur die Hälfte der Ladung durch das Waſſer, und zwar mit ſehr verminderter Geſchwindigkeit. Die andere Hälfte bleibt in der Flaſche. Ginge der Funken durch die Luft ſtatt durch Waſſer, ſo würde die ganze Entladung erfolgen; ein Unterſchied, der auf der verſchiedenen Dichtigkeit, Elaſticität und dem Leitungsvermögen beyder Mittel beruht; denn iſt gleich Waſſer in großen Maſſen ein guter, Luft aber ein ſchlechter Lei-

ter

o) Philoſoph. Transact. for 1797. p. 142 – 158.

ter, ſo iſt doch eine ſo geringe Waſſermenge, als hier in einer dünnen Glasröhre elektriſirt wird, nur ein ſchlechter Leiter, wie das mit den beſten Leitern der Fall iſt. Erſt 1 Cubikfuß Waſſer läßt die volle Ladung einer Flaſche von 1 Quadratfuß Belegung durch; hier wurde aber kaum 0,00001 Cubikfuß Waſſer gebraucht. Pearſon nennt daher dieſes die Methode theilweiſer Entladung.

Cuthberſon, mit welchem er dieſe Verſuche anſtellte, bewirkte vollſtändige Entladungen dadurch, daß er eine 5 Zoll lange und $\frac{1}{8}$ Zoll weite Glasröhre auf eine ähnliche Meſſingröhre ſchmolz, bis in dieſe den Platinadrath hinableitete, und ſie, mit Waſſer gefüllt, in eine Schüſſel mit Waſſer ſetzte. Zwar entwickelte ſich bey dieſer Methode, wo das Waſſer durch Waſſer geſperrt und vorzüglich geneigt war, atmoſphäriſche Luft zu verſchlucken, ſtets eine große Menge atmoſphäriſcher Luft beym Elektriſiren, und es blieb beym Abbrennen durch den elektriſchen Funken $\frac{1}{4}$ der ganzen Luftmaſſe unzerſtört. Auch entſtand in der Meſſingröhre, längs welcher der Funken herablief, eine kleine Rinne, ſo daß ſie nicht lange gebraucht werden konnte, ohne durchlöchert zu werden. Doch empfiehlt ſich dieſer einfache Apparat dadurch, daß er die Luft weit ſchneller gibt, und nicht ſo mancherley Zufällen als der Trooſtwykſche unterworfen iſt. Indeſſen hält Pearſon folgende Einrichtung noch beſſer: Die Glasröhre, in welcher das Waſſer elektriſirt wird, erweitert man nach unten zu in Geſtalt eines Trichters, und ſetzt ſie in eine Meſſingſchaale voll Waſſer, ſo daß der Drath in ihr ungefähr bis auf $\frac{1}{20}$ Zoll von der Schaale herabgeht. Nimmt man dann eine Kleiſtiſche Flaſche von 150 Quadratzoll Belegung; ſo erfolgt jedesmal eine vollſtändige Entladung.

Pear-

Pearſon theilt aus ſeinen 2jährigen Verſuchen folgende mit:

1. Flußwaſſer, oben aus dem Strom genommen, gab bey 1000 theilweiſen Entladungen, die mittelſt einer 34zolligen Scheibenmaſchine in 3 Stunden erfolgten, einen Luftcylinder $\frac{2}{3}$ Zoll hoch und $\frac{1}{9}$ Zoll weit. Dieſelbe Luftmenge erzeugte ſich erſt in 4 Stunden, als das Flußwaſſer zuvor ſtark gekocht oder unter der Luftpumpe geweſen war. Als er die Luftblaſe zwiſchen die beyden Dräthe brachte, und in dieſer Lage ein elektriſcher Funke durchging, verminderte ſie ſich augenblicklich, im erſtern Falle um $\frac{2}{3}$, im zweyten Falle hingegen um $\frac{15}{16}$, und bey andern Verſuchen um $\frac{19}{20}$ ihrer Ausdehnung.

Nicht ausgekochtes oder nicht ausgepumptes Waſſer, woraus ſich aber wiederholt endlich Luft entwickelt hatte, gab doch immer noch etwas Luft, die der elektriſche Funke nicht verſchieden machte. Und zwar war dieſe Luftmenge in 6 bis 7 Verſuchen ungefähr ſtets dieſelbe. Die entſtandene Luftſäule, $\frac{1}{2}$ Zoll hoch und $\frac{1}{9}$ Zoll weit, wurde nämlich durch einen Funken ſtets nur bis auf $\frac{19}{20}$ ihres Raums vermindert. Daraus ſchien zu folgen, daß das Waſſer durchs Elektriſiren eher zerſetzt wird, bevor alle atmoſphäriſche Luft aus demſelben durch die bloße Erſchütterung der Schläge herausgetrieben iſt. Doch glaubt Pearſon ſicher, wenn die Schläge ſo lange hindurch gegangen ſind, bis alle atmoſphäriſche Luft hinausgetrieben iſt, daß die Luft, die dann erzeugt wird, gänzlich durch elektriſche Funken zerſtört werden würde. Nur hat er es nie dahin bringen können, weil die Glasröhre immer eher ſprang, als bis er dahin gelangte.

2. Ungefähr 6000 theilweiſe Entladungen entwickelten eine Luftſäule 3 Zoll hoch und $\frac{3}{20}$ Zoll weit

aus

aus dem Waſſer, das unter der Luftpumpe geweſen war. Vier Tage ununterbrochene Arbeit gab auf dieſelbe Art 56,5488 Cuben Luft, jeder von $\frac{1}{20}$ Zoll. Zu dieſer letzten Luftmaſſe wurde reine Salpeterluft von gleicher Ausdehnung hinzugefügt, und beydes mit Waſſer geſperrt. Es erſchienen ſogleich ſalpeterſaure Dämpfe, und die Luft wurde dadurch bis auf $\frac{1}{3}$ vermindert. Als man ein wenig mehr Salpeterluft hineinließ, erfolgte keine Raumverminderung weiter. Mit dem Ueberreſt wurde halb ſo viel aus ſalpeterſaurem Kali entwickeltes Sauerſtoffgas vermiſcht, und ſo ſtand er mehrere Tage lang über gut gebranntem Kalk und ausgekochtem Queckſilber. Als darauf ein elektriſcher Funke hindurch gelaſſen wurde, ſo verminderte ſich dieſe Miſchung augenblicklich um $\frac{2}{3}$, ohne daß ſich jedoch an dem Glaſe oder auf dem Queckſilber Feuchtigkeit niedergeſchlagen hätte. Er ſchrieb dieſes einem kleinen Antheile von gebranntem Kalk zu, der von ungefähr in der Röhre geblieben war, und beym Schlage durch die ganze Röhre zerſtäubt wurde, oder noch lieber der in Vergleichung mit der Luftmaſſe ſo geringen Waſſermenge, die bey ihrem Entſtehen ſogleich von der Luft aufgelößt wurde. Daß aber Waſſer, unter ſolchen Umſtänden erzeugt, ſich ſcheinbar in der Luft ſogleich auflöſen könne, ſo daß man es auch mit Vergrößerungsgläſern nicht gewahr werde, bewies er, indem er durch eine Miſchung von Sauer- und Waſſerſtoffgas, die über gebranntem Kalk recht ausgetrocknet waren, einen elektriſchen Funken gehen ließ.

3. Mit dem erſten Apparat für vollſtändige Entladungen erhielt er im Ganzen dieſelben Reſultate. Folgende Verſuche wurden in dem zweyten dieſer Apparate mit friſchem Flußwaſſer angeſtellt. In $11\frac{1}{2}$

Stunden waren mittelſt einer 24zolligen Scheibenmaſchine mit 2 Scheiben 10200 Entladungen erfolgt, und bey jeder war von unten, wo der Drath ſich endigte, ein kleines Luftbläschen angeſtiegen. Alle erhaltene Luft betrug auch erſt $\frac{1}{4}$ Cubikzoll und nahm die Hälfte der Röhre ein; das übrige Waſſer war ſehr trübe, und ſchien in 14 Stunden, während deren es ruhig ſtand, nichts von der erzeugten Luft verſchluckt zu haben. Darauf wurde es wieder $5\frac{1}{2}$ Stunde lang elektriſirt, und bekam aufs neue 6636 Schläge, wodurch die Luft bis $\frac{1}{2}$ Cubikzoll Luft anwuchs, und $\frac{5}{8}$ der Röhre füllte. Daß ſich jetzt die Luft doppelt ſo ſchnell als am vorigen Tage entwickelte, ſchrieb er dem verminderten Widerſtande gegen das elektriſche Feuer zu, das nun durch Luft, ſtatt durch Waſſer, ging. Zu Ende dieſes Elektriſirens wurde er durch einen hellen Schein, der ſich durch die ganze Röhre zog, und durch eine heftige Bewegung in der Röhre überraſcht, da denn $\frac{5}{8}$ vom Raume, den vorhin das Gas eingenommen hatte, jetzt wieder voll Waſſer war. Die übrig gebliebene Luft verminderte der elektriſche Funke nicht weiter, und mit Salpeterluft vermiſcht zeigte ſie ſich ſchlechter, als atmoſphäriſche Luft, indem ſie nur aus $\frac{1}{4}$ Sauerſtoffgas und $\frac{3}{4}$ Stickgas oder Salpeterſtoffgas beſtand. Es ſchien, als ſey der Schlag, welcher das Gas anzündete, vom untern Ende des Draths nach dem obern hinaufgefahren, ſo daß das zündende Feuer ſchon durch das Gas durchgegangen wäre, und vielleicht wurde dieſe Entzündung durch eine Reihe von aufſteigenden Luftblaſen veranlaßt, die von der Meſſingſchaale bis an die Oberfläche des Waſſers reichten, und hier die ganze Luftmaſſe abbrannten. Eine Miſchung von Waſſerſtoffgas und atmoſphäriſcher Luft wurde unter denſelben Umſtänden gerade auf dieſelbe Art entzündet.

4.

4. Auf eben die Weiſe, wie im vorigen Verſuche, war nach 14600 Schlägen wenigſtens $\frac{1}{6}$ Cubikzoll Luft erzeugt worden. Als er mit den Schenkeln eines Zirkels die Luftſäule meſſen wollte, ging ein Schlag durch, der die ganze Röhre erleuchtete, wobey das Waſſer in heftiger Bewegung aufſtieg und $\frac{2}{3}$ von dem Raume einnahm, der vorhin voll Luft war. Der Ueberreſt verhielt ſich gerade wie vorhin. Er vermuthet, die Schenkel des Zirkels hätten aus dem Drathe Elektricität nach dem Glaſe zu hingezogen, und dadurch ſey die Entzündung noch erfolgt. Um dieſes auszumachen, füllte er die Röhre gerade ſo weit, wie ſie es vorhin war, mit $\frac{1}{3}$ Sauerſtoffgas und $\frac{2}{3}$ Waſſerſtoffgas. Ein elektriſcher Schlag entzündete dieſes Gemiſch nicht. Als er aber die Schenkel des Zirkels, wie vorhin, an die Glasröhre hielt, entzündete der Schlag die Gasmiſchung mit einem hellen Schein, und es blieb nur noch $\frac{1}{8}$ der Luft übrig. Gemiſche von atmoſphäriſcher Luft und Waſſerſtoffgas nach verſchiedenen Verhältniſſen ließen ſich auf dieſe Art nicht entzünden; als aber zu 2 Theilen atmoſphäriſcher Luft 1 Theil Sauerſtoffgas gemiſcht wurde, erfolgte die Entzündung, nur blieb $\frac{1}{3}$ der Luft unverzehrt.

5. Bey 12000 Schlägen unter denſelben Umſtänden, wie vorhin, deren jeder etwas Luft entwickelte, war doch nicht mehr Luft, als bey 8000 Schlägen entſtanden, und ſie betrug immer nur $\frac{1}{3}$ Cubikzoll. Als er genauer zuſah, bemerkte er, daß bey einem der Schläge die erzeugte Luft plötzlich um $\frac{1}{8}$ vermindert wurde. Daraus erhellet, daß ſchon mehrere Entzündungen unbemerkt vorhergegangen ſeyn mochten, vielleicht auch bey den vorigen Verſuchen. Wahrſcheinlich wurden dieſe Entzündungen dadurch, daß

während eines Schlags eine Luftblaſe aufſtieg, und dieſe ſich entzündete, hervorgebracht. Er ſah daraus, daß er eine weitere Glasröhre nehmen, auch langſamer elektriſiren müſſe, damit während eines neuen Schlags die Luftblaſe des vorigen nicht noch im Aufſteigen begriffen ſey.

Die in dieſem Verſuche erhaltene Luft vermiſchte er mit gleich viel Salpeterluft, wodurch ſie ſich auf 35 verminderte. Als er aber dem Uebrigen halb ſo viel Sauerſtoffgas zuſetzte, entzündete es der elektriſche Funke nicht; ein Zeichen, daß alles Sauerſtoff- und Waſſerſtoffgas, das durch Zerſetzung des Waſſers erzeugt war, während des Prozeſſes ſich entzündet hatte: denn was er darin noch am ſtärkſten fand, war wahrſcheinlich bloß aus dem Waſſer mechaniſch ausgetrieben worden.

6. Er nahm friſches Flußwaſſer, und leitete die Luft, ſobald $\frac{1}{8}$ Cubikzoll daraus entwickelt war, in eine andere Röhre, bis er in dieſer $\frac{1}{2}$ Cubikzoll Luft erhielt. Dazu ſetzte er eben ſo viel Salpeterluft, worauf das Gemiſch bis auf 1,2 abnahm. Bey mehr hinzugeſetzter Salpeterluft verminderte es ſich nicht weiter. Zum Ueberreſte halb ſo viel Sauerſtoffgas hinzugethan, das Gemiſch über gebranntem Kalk und ausgekochtem Queckſilber getrocknet und durch einen elektriſchen Funken entzündet, verminderte dieſes ſich um $\frac{1}{8}$ ſeiner Ausdehnung, und er nahm zugleich an den Seiten der Glasröhre, wo das Queckſilber angeſtiegen war, ein wenig Thau wahr. Daſſelbe bemerkte er mit Hülfe der Loupe auch an den Theilen der Glasröhre, welche die übrige Luft berührte.

Durch dieſe Verſuche ſchien ihm folgendes dargethan zu ſeyn:

1. Die bloße Erſchütterung, durch elektriſche Schläge bewirkt, ſcheint aus dem Waſſer alle einge- gemiſchte Luft abzuſcheiden, ſelbſt die, welche durch Kochen oder unter der Luftpumpe ſich nicht davon tren- nen läßt. Die Menge der Luft iſt nach den Umſtän- den verſchieden. Unter einer Cuthberſonſchen Luft- pumpe gibt friſches Waſſer $\frac{1}{5}$ ſeiner Ausdehnung; hat es hingegen lange an der Luft geſtanden, ſein eigenes Volumen an Luft. Daher wird die Luft, die beym Elektriſiren durch die erſten 100 bis 300 Schläge vom Waſſer abgeſchieden wird, durch den elektriſchen Fun- ken um wenig vermindert. Dieſe Luft beſteht, gleich der atmoſphäriſchen, aus Sauerſtoffgas und Stick- ſtoffgas, die jedoch darin ein anderes Verhältniß als in der Atmoſphäre haben können, ſollte auch das Waſ- ſer eine dieſer Luftarten ſtärker als die andere zurück- halten, und dann könnte die Luft zu verſchiedenen Zei- ten des Elektriſirens beſſer oder ſchlechter als die at- moſphäriſche ſeyn.

2. Das Gas, welches beym Durchgange des elektriſchen Funkens augenblicklich verſchwindet, iſt ein Gemiſch von Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas. Dieß beweiſe a. das Verhältniß ſelbſt; b. die Entſtehung von Salpeterſäure, wenn man Salpetergas hinzu- ſetze, das ſich bekanntlich mit dem Sauerſtoffgas zur Salpeterſäure verbindet, und das Abbrennen des Ueberreſtes, wenn es mit halb ſo viel Sauerſtoffgas vermiſcht wird, mittelſt des elektriſchen Funkens, wo- bey ſogar im Verſuche (6) ſichtlich Waſſer wieder er- zeugt wurde, welches ohne vorhandenes Waſſerſtoff- gas unmöglich wäre; c. die ganz ähnlichen Erſchei- nungen, die erfolgten, als Sauerſtoffgas und Waſ- ſerſtoffgas gemiſcht und durch elektriſche Funken ent- zündet wurden; und d. die theilweiſe Entzündung des

Gas, beſonders wenn es in einer Reihe von Luftblaſen aufſteigt.

3. Wie aber dieſe beyden Luftarten aus dem Waſſer eigentlich entwickelt werden, und auf welche Art ſie daraus entſtehen, darüber gaben ſeine Verſuche und Beobachtungen keinen genügenden Aufſchluß.

In Nicholſon's Journal der Phyſik [p]) findet ſich dieſe Abhandlung des Pearſon noch mit einem Abſchnitte über die Wirkungsart der elektriſchen Schläge vermehrt, worin Pearſon folgende Hypotheſe vorträgt: elektriſche Funken und Schläge enthalten Feuer, und ſind vielleicht nichts anders, als ein beſonderer Zuſtand des Feuers. Ferner iſt bewieſen, daß die ponderabeln Grundſtoffe des Sauerſtoff- und Waſſerſtoffgas in ihrer Vereinigung Waſſer bilden; ihre imponderable Beymiſchung iſt höchſt wahrſcheinlich das, was ſich aus ihnen als Feuer oder Flamme trennen läßt, und eine faſt vollſtändige Induktion berechtige uns zu ſchließen, daß Feuer, wenn es nur in hinreichender Stärke und Dichte zugeführt werde, alle zuſammengeſetzten Stoffe in ihrer Verbindung zu trennen vermöge.

Das ſehr verdichtete Feuer des elektriſchen Schlags gehe mit unbegreiflicher Geſchwindigkeit durch den Drath, und zeige deßhalb hier ſeine Kraft nicht. Am Ende des Draths, wo es aufgehalten werde, ſammle es ſich und häufe ſich dort ſo dicht und in ſolcher Menge an, daß es ſich in einem Funken um das Ende des Draths zeige. Im Augenblick des Ueberſpringens dringe ein geringer Theil des verdichteten Wärmeſtoffs zwiſchen die Atomen der beyden Beſtandtheile des Waſſers, und treibe dieſe Atomen bis über den Wirkungskreis ihrer

p) Vol. I. 1797. n. 7. p. 349.

ihrer chemiſchen Anziehung auseinander; ſo daß ſie nun mit dem Wärmeſtoff verbunden neue Atomen und neue Stoffe bilden. Gerade ſo wirke elektriſches und anderes Feuer von beträchtlicher Dichtigkeit auf Queckſilberkalk, den es in Sauerſtoffgas und Queckſilberdämpfe verwandele.

Da es gegen 70 bis 80000 Schläge bedürfe, um durch Zerſetzung des Waſſers 1 Cubikzoll Gas zu erhalten, ſo könne bey jedem Schlage kaum $\frac{1}{200000}$ Gran Gas erzeugt werden, daher der Theil des Wärmeſtoffs, der ſich mit dem Waſſer chemiſch verbinde und es zerſetze, von dem ganzen Wärmeſtoffe, der ſich am Ende des Draths jedesmal zuſammenhäufe, faſt nur ein unendlich kleiner Theil ſeyn könne; wie das auch daraus folge, daß das elektriſche Feuer durch das Waſſer mit einer faſt unendlich großen Geſchwindigkeit durchgehe. Indem dieſes geſchehe, verbreite es ſich leuchtend durch das ganze Waſſer bis zum untern Drathe oder dem hervorragenden Theile des Metallfußes, durch deſſen ſtärkeres Leitungsvermögen es wiederum geſammelt und verdichtet werde, hier in Geſtalt eines Funkens ſich zeige, und, weil es nun aufs neue dicht genug ſey, wiederum etwas Gas in Waſſer zerſetze. Daher kämen die Luftblaſen, die man vom untern Drathe oder dem Metallfuße eben ſo häufig als vom Ende des obern Draths aufſteigen ſehe.

Was das Abbrennen der beyden erzeugten Gasarten betreffe, ſo ſey es bekannt, daß dieſes durch den kleinſten Funken eben ſo gut als durch eine größere Feuermaſſe, und bey großen Quantitäten Gas eben ſo ſchnell als bey kleinen geſchehe, indeß eine nichtbrennende, noch ſo ſtark durchhitzte Materie dieſes

nicht zu bewirken vermöge. Auch wiſſe man, daß Wärme die chemiſchen Vereinigungen unter gewiſſen Umſtänden ſehr befördere, welches, wie er glaube, dadurch geſchehe, daß ſie die Kräfte, die der chemiſchen Anziehung entgegen wirkten, beſonders die Cohäſion, aufhebe, und die einzelnen Theile der Stoffe in Bewegung ſetze. Indem nun ein Funken in die Miſchung des Sauer- und Waſſerſtoffgas komme, ſo würden die Atomen dieſer Stoffe, die dem Funken am nächſten wären, von dem Feuer nach allen Richtungen zurückgetrieben, und dabey andere ſo ſehr genähert, daß ſie in den Wirkungskreis ihrer chemiſchen Anziehung kämen. Sie vereinigten ſich daher zu Waſſer; das Feuer treibe wieder die nächſten Atomen zurück, und ſo gehe es, jedoch mit unglaublicher Geſchwindigkeit, fort, wobey ſich Alles zu Waſſer und Feuer vereinige.

Wie hierbey das Waſſer entſteht, das läßt ſich nur auf zweyerley Art erklären: 1. indem man annehme, Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas beſtehen beyde aus Waſſer und imponderabeln Subſtanzen, und während des Abbrennens werde das Waſſer aus ihnen niedergeſchlagen, oder 2. indem man ſich die beyden Gasarten aus eigenthümlichen Grundſtoffen, Sauerſtoff und Waſſerſtoff, beſtehend gedenke, die durch Vereinigung mit dem Wärmeſtoff, vielleicht auch mit dem Lichtſtoff, in Gasgeſtalt erhalten werden, und beym Abbrennen mit einander ſich zu Waſſer verbänden.

Ihm wären nur zwey Thatſachen bekannt, welche für die erſte Meinung ſprächen: 1. daß man aus luftſaurer Schwererde nicht alle Luftſäure, ohne Beyhülfe des Waſſers, im Feuer übertreiben könne. Statt aber hieraus zu ſchließen, daß das Waſſer ein

Beſtandtheil der Luftſäure ſey, ſcheine es ihm natürlicher, anzunehmen, daß hier das Waſſer nöthig ſey, um durch ſeine Verwandtſchaft zur Schwererde alle Luftſäure auszuſcheiden, um ſo mehr, da ſich die Luftſäure aus vielen andern Stoffen ohne alles Waſſer übertreiben laſſe, und z. B. entſtehe, wenn man die trockenſte Kohle und das trockenſte Sauerſtoffgas in Verbindung bringe. 2. Daß in allen Gasarten Waſſer gegenwärtig ſey, welches ſich durch ſalzſaure Kalkerde, eſſigſaures Kali, Schwefelſäure, gebrannten Kalk, Potaſche u. ſ. w. davon ſcheiden laſſe. Doch dieſes beweiſe nur, daß ſich Waſſer in der Luft aufhalten oder in ihr aufgelößt ſeyn könne, und nicht, daß es in die Miſchung der Luft weſentlich mit eingehe. Man könne durch die angeführten Stoffe Luft völlig waſſerfrey machen; und da überdieß die aus gewiſſen Stoffen und den Gasarten zuſammengeſetzten Stoffe von ihren Zuſammenſetzungen mit Waſſer ganz verſchieden ſind, ſo ſcheine hierin kein Beweis zu liegen, daß Waſſer ein weſentlicher Beſtandtheil der Gasarten ſey. Auch wären das Sauerſtoffgas und Stickſtoffgas, welche beym Kochen und Auspumpen des Waſſers entſtänden, keine Produkte des Waſſers, wie ſich das ſchon daraus zeige, daß ſich davon im Verhältniß der Waſſermaſſe nur ſehr wenig entwickele.

Was die zweyte Hypotheſe betreffe, nach der die beyden Gasarten aus eigenthümlichen Grundſtoffen und Wärmeſtoff, und Waſſer aus jenen beyden Grundſtoffen, zuſammengeſetzt wären; ſo ließen ſich für ſie folgende Gründe anführen: Nach einem Verſuche, deſſen Genauigkeit ſich nicht bezweifeln laſſe, wäge das durch das Abbrennen der beyden Gasarten erzeugte Waſſer gerade ſo viel, als beyde Gasarten zuſammengenommen;

men; wären die Luftarten rein, ſo entſtehe nichts als Waſſer; werde dagegen zugleich Salpeterſäure oder Luftſäure erzeugt, ſo wären die Luftarten nicht rein, ſondern mit Stickſtoff oder Kohlenſtoff vermiſcht. 2. Nach einem andern Verſuche wäge das Waſſer, welches entſtehe, wenn der Sauerſtoff aus einem feſten Körper, z. B. aus Metallkalken, ſich mit dem Waſſerſtoff des Waſſerſtoffgas verbinde, gerade ſo viel, als das verzehrte Waſſerſtoffgas und was der Metallkalk am Gewicht verloren habe. 3. Werde der Waſſerſtoff im gebundenen Zuſtande, z. B. im Alkohol, mit dem Sauerſtoff der Lebensluft vereinigt; ſo betrage das Gewicht des erzeugten Waſſers ebenfalls ſo viel, als der Gewichtsverluſt des Alkohols und der Lebensluft zuſammen, wenn man noch das Gewicht des kohlenſauren Gas hinzufügt, das zugleich durch chemiſche Vereinigung des Kohlenſtoffs im Alkohol mit dem Sauerſtoffe entſteht. 4. In Verbindung mit gewiſſen Stoffen gebe das Waſſer bloß Waſſerſtoffgas, zugleich ſchwängerten ſich aber dieſe Materien mit Sauerſtoff, wie man daraus ſehe, daß ſie dieſelben Eigenſchaften annähmen, als wenn man ſie wirklich mit dem Sauerſtoff der Lebensluft durch chemiſche Mittel verbinde. Die Gewichtszunahme der Materie und das Gewicht des Waſſerſtoffgas ſeyen in dieſem Falle dem Gewichte des zerſetzten Waſſers gleich. 5. Endlich ſey es wenigſtens höchſt wahrſcheinlich gemacht, daß Sauerſtoff und Waſſerſtoff bey ihrem Uebergange in Gasgeſtalt eine Menge Wärmeſtoff, vielleicht auch Lichtſtoff, verſchluckten, und es gebe keinen Verſuch, der dieſer zweyten Hypotheſe widerſpreche.

Aus den oben angeführten Verſuchen laſſe ſich für die erſte Hypotheſe kein Bewegungsgrund ſchöpfen,

wohl aber für die zweyte: Denn 1. gaben die beyden Luftarten, völlig ausgetrocknet, beym Verbrennen Waſſer. 2. Iſt dieſer Prozeß der einzige, durch den ſich Waſſer umgekehrt in Lebensluft und Waſſerſtoffluft zerſetzen läßt. Bey jedem andern Verfahren nimmt entweder der feſte Körper, mit welchem das Waſſer in Berührung kommt, den Sauerſtoff auf, und es entſteht daher nur Waſſerſtoffgas, wie beym Durchgehen der Waſſerdämpfe durch einen rothglühenden eiſernen Lauf; oder aus dem zerſetzenden Stoffe geht noch etwas mit in das erzeugte Waſſerſtoffgas über, wie wenn Waſſer auf rothglühende Kohlen kömmt; oder es nimmt gar von zwey zerſetzten Stoffen der eine den Sauerſtoff, der andere den Waſſerſtoff auf.

Dieſe Erklärungsart Pearſon's, wie die Gasarten aus dem Waſſer beym Elektriſiren entwickelt und dann wieder durch Elektricität in Waſſer verwandelt werden, beſtreitet in einem der folgenden Stücke von Nicholſon's q) Journale einer von Nicholſon's Correſpondenten. Den Verſuchen ſelbſt und den daraus gezogenen Reſultaten läßt er alle Gerechtigkeit widerfahren; nur die Vorſtellung, welche er und die übrigen Phyſiker von der Natur der elektriſchen Materie, der Wärme und des Lichtſtoffs hegen, und die manchfaltigen widerſprechenden Funktionen, die ſie ihnen beylegen, nennt er ſchwankend, unhaltbar und unphiloſophiſch. Seine vorzüglichſten Bemerkungen ſind dieſe:

Wir wären ſo weit von einer richtigen Kenntniß der elektriſchen Materie, des Feuers und des Lichts, dieſer allgemeinen Wirkungsmittel der Natur, entfernt, daß ſie vielmehr noch immer verwechſelt und ſo unvoll-

q) Vol. II. Dec. 1798. p. 356–400.

unvollſtändig behandelt würden, daß daraus in allen Theilen der Phyſik die größte Verwirrung entſtehe. Wie ſoll man ſich die elektriſche Materie, wie das Licht denken? Seyen ſie bloße Modifikationen des Wärmeſtoffs, oder ſey der Wärmeſtoff nur einer ihrer Beſtandtheile? Und der Wärmeſtoff, ſey er wohl einfach? und könne ein einfacher Stoff wohl alle die Rollen ſpielen, die man jenem zutheile? Nach dem jetzigen Syſteme der Chemie trenne der einfache homogene Wärmeſtoff Verbindungen, die er ſelbſt zuvor bewirkte, hänge ſich an Theilchen der Materie, und bilde nun eine abſtoßende Sphäre, von welchen ſich deſſenungeachtet einige ſtark und ſchnell anzögen. Kurz der Wärmeſtoff ſey heiß und kalt, ziehe an und ſtoße ab, ſey ſichtbar und unſichtbar, je nachdem es die Erklärung verlange; gleich Proteus nehme er alle Geſtalten und Formen an; er drohe uns mit Jupiters Donnerkeil und kühle uns in den Abendlüften.

Es ſey traurig und demüthigend zu ſehen, wie leicht man jetzt über die auffallendſten Abſurditäten wegſehe, ja, ſie ſogar als Principien annehme, und auf ſie, als unläugbaren Thatſachen, fortbaue. Statt aller andern Beyſpiele von Verwirrung und Ungereimtheit, wohin ſolche Principien führten, erwähne er nur das Reſultat der Verſuche und Bemerkungen des Grafen Rumford über die Erzeugung der Hitze durch Reibung, welches dahin gehe, daß, weil dieſe Hitze ſich aus den bisherigen chemiſchen Principien nicht genugthuend erklären laſſe, er geneigt ſey, zu glauben: Hitze ſey nichts Materielles, und beruhe auf keinem einzigen Stoffe, ſondern ſey nichts anders, als Bewegung! Wahrlich dieß ſey zu viel einer Hypotheſe aufopfern, wenn man lieber alle Gründe der Vernunft

und

und das Zeugniß der Sinne verwerfe, als die Falſchheit einer Lieblingshypotheſe eingeſtehen wolle.

Daß ſich die Hitze, die beym Reiben entſteht, aus Lavoiſier's Syſtem ſchlechterdings nicht erklären laſſe, ſollte die Anhänger dieſes Syſtems etwas mißtrauiſch gegen eine Lehre machen, für die eine ſo einfache Thatſache unerklärbar bleibe, und die deßhalb ſchwerlich das blinde Zutrauen verdiene, das man allgemein in ſie ſetze. Indeſſen laſſe ſich das Entſtehen der Hitze im Reiben und Schlagen zwiſchen feſten Körpern aus andern Gründen ſehr leicht erklären, ohne zu dem verzweifelten Schritte genöthigt zu werden, Wärmeſtoff zu einem Undinge und Wärme zu einer Art von Bewegung zu machen, die ſich auf eine ſehr wunderbare Art mittheilen und verbreiten müßte, wie die Bewegung eines Funkens in ein Pulvermagazin hinein nicht bloß die Wände des Gebäudes in die Höhe werfen, ſondern auch einen ganzen Landſtrich erſchüttern ſollte.

Daß ſich eine ſo unglaubliche Menge Wärme bey vielen dem Anſehen nach ſehr geringen Wirkungen entwickelt, bemerkt Nicholſon, ſey von jeher als ein ſtarker Grund gegen die Hypotheſe: Wärme ſey nichts als Bewegung, angeſehen worden; allein dieſe Einwendung treffe eben ſo ſehr die Hypotheſe eines Wärmeſtoffs. Wenn nach der erſtern ein geringer Theil einer großen Maſſe von Sauerſtoffgas und Kohlen in einen Zuſtand von Schwingungen verſetzt werde, die auf die Vereinigung der ganzen Maſſe folgen; ſo möge es allerdings nicht leicht ſeyn, anziehende und zurückſtoßende Kräfte aufzufinden, die dieſe Erſcheinung bewirken könnten. Werde aber dieſe Schwierigkeit dadurch gehoben, oder nur erleichtert, daß man einen

einen dritten Stoff (Wärmeſtoff) ſich in Verbindung mit dem Sauerſtoff denke? und fordere das nicht eben ſolche Kräfte, um den Uebergang deſſelben an den Kohlenſtoff zu erklären? Was man auch immer für Verwandſchaften und Kräfte zugleich mit dem Wärmeſtoff ins Spiel ziehe; immer ſchiene es ihm, als könne man die bloße Theorie eben ſo gut ohne dieſen Stoff anbauen. Man habe latente Bewegung (Hitze) für etwas Ungereimtes erklärt. Aber das ſey es nur dem Wortverſtande nach, und laſſe ſich auf mancherley Art auslegen. Während der Wärmeſtoff bey gewiſſen Operationen verſchluckt werde, häufe ſich die Bewegung an; und bey einer unbedeutenden Veranlaſſung, die dem Erfolge keineswegs widerſpreche, befreye er ſich wieder. Wer den Hahn der Dampfmaſchine drehe, oder einen Funken in ein Pulvermagazin werfe, mache latente Bewegung wirkſam, d. h. hebe das Gleichgewicht von Kräften auf, die an ſich viel ſtärker als die ſind, welche das Gleichgewicht vernichten. Durch dieſe Bemerkung wolle er ſich jedoch nicht für einen Anhänger der erſten Hypotheſe erklären; nur ſcheine ihm keine von beyden auf nicht zu bezweifelnde Thatſachen gegründet zu ſeyn.

Um zu ſehen, welche Wirkung eine große Kraft der angehäuften Elektricität auf den Magnetismus habe, unternahm es van Marum, mehrere Verſuche anzuſtellen. Es wurde unterſucht, ob es nicht möglich wäre, aus Uhrfedern verfertigte Nadeln durch den elektriſchen Schlag magnetiſch zu machen. Dieſer Verſuch wurde auch mit ſtählernen Stäben angeſtellt, die 9 Zoll lang, $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll breit und $\frac{1}{12}$ Zoll dick waren. Die Reſultate davon ſind dieſe:

Wenn der Stab oder die Nadel horizontal in dem magnetiſchen Meridian aufgehängt wurde, ſo erhielt

hielt das Ende des Stabs, welches gegen Norden gekehrt war, der Schlag mochte auch hineingehen, wo er wollte, die Nordpolarität, d. h. das Vermögen, ſich frey aufgehängt nach Norden zu kehren, und das andere die Südpolarität.

Hatte der Stab, ehe er den Schlag erhielt, bereits einige Polarität, und brachte man ihn mit ſeinen Polen in eine der gewöhnlichen Richtung entgegengeſetzte Lage, ſo wurde ſeine natürliche Polarität immer geſchwächt, und öfters umgekehrt, ſo daß das Ende, welches beym Empfangen des Schlags gegen Norden gekehrt war, der Nordpol wurde.

Ließ man einen Schlag durch einen ſenkrecht aufgehängten Stab oder Nadel gehen, ſo wurde jederzeit das unterſte Ende der Nordpol, auch wenn ſie ſchon vorher etwas magnetiſch geweſen und mit dem Südpol nach unten zu gekehrt waren. Alle übrigen Umſtände waren die nämlichen; die Stäbe ſchienen einen gleichen Grad magnetiſcher Kraft zu erhalten, ſie mochten beym Empfange des Schlags horizontal in dem magnetiſchen Meridian liegen, oder ſenkrecht aufgehängt ſeyn.

Wurde ein Stab oder eine Nadel in den magnetiſchen Aequator gebracht, ſo zeigten ſie nie eine magnetiſche Kraft, der Schlag mochte hineingehen, an welchem Ende er wollte. Führte man aber den Schlag quer durch, ſo erhielt die Nadel jederzeit einen beträchtlichen Grad magnetiſcher Kraft, und das Ende, welches gegen Weſten gekehrt war, wurde der Nordpol, das andere der Südpol.

Wurde eine Nadel oder ein Stab, die ſchon magnetiſch waren, oder ein wirklicher Magnet, in irgend einer Lage getroffen, ſo verringerte ſich jederzeit ihre Kraft. Zu dieſem Verſuche gebrauchte man ziemlich

lich große Stäbe; einer davon war 7,08 Zoll lang, 0,26 Zoll breit und 0,05 dick.

War der Schlag nach Verhältniß der Größe der Nadel ſo ſtark, daß ſie heiß wurde, ſo erhielt ſie gemeiniglich keine, oder eine ſehr geringe magnetiſche Kraft.

Hieraus wurde nun geſchloſſen, daß die elektriſche Entladung auf die Hervorbringung oder Vernichtung der magnetiſchen Kraft gerade denſelben Einfluß habe, als andere Urſachen, die den Stahl oder den Magnet in eine gewiſſe Erſchütterung bringen; da es bekannt ſey, daß alle dieſe Urſachen dem Stahl, der keine magnetiſche Kraft beſitze, dieſe Kraft mittheilen, und eben ſo dem Stahl, der dieſe Kraft hat, oder dem Magnet ſelbſt, dieſe Kraft berauben. Es folge alſo hieraus, daß diejenigen Naturforſcher, die einen andern Einfluß der elektriſchen Materie auf die magnetiſche aus dieſen Erſcheinungen hergeleitet, oder aus denſelben auf eine Aehnlichkeit zwiſchen beyden Materien geſchloſſen hätten, Urheber eines Syſtems geweſen ſeyen, das auf dieſen Gründen nicht ruhen könne.

Atmoſphäriſche Elektricität.

Die erſten Beobachter des Blitzes hatten bereits wahrgenommen, daß in der Atmoſphäre beſtändig elektriſche Flüſſigkeit angetroffen werde. Durch neuere Beobachtungen hat ſich dieß völlig beſtätigt, wobey noch andere Wahrnehmungen bemerkt worden ſind, welche angeführt zu werden verdienen. Cavallo[r]) ſtellte Beobachtungen zu Islington theils mit elektriſchen Drachen, theils mit einem eigenen Luftelektrometer

r) Vollſtänd. Abhandlung der Lehre der Elektricität. B. I. 1797. S. 317 f.

ter an, aus welchen er folgende allgemeine Geſetze ableitete:

1. Die Atmoſphäre ſcheint jederzeit einige Elektricität zu beſitzen, welche beſtändig poſitiv und bey kaltem Wetter ſtärker, als bey warmem iſt; auch in der Nacht iſt ſie keineswegs geringer als am Tage.

2. Durch den Einfluß ſchwerer Wolken am Zenith und des Regens kann verurſacht werden, daß die gebrauchten Werkzeuge eine negative Elektricität anzeigen. Die Annäherung der Wolken vermindert gemeiniglich die Elektricität des Drachens; zuweilen hat ſie gar keinen Einfluß auf dieſelbe, und ſehr ſelten verſtärkt ſie ſie ein wenig.

3. In der Regel findet ſich die ſtärkſte Elektricität beym dicken Nebel und bey kaltem Wetter; die ſchwächſte hingegen bey trüber, warmer und zum Regen geneigter Witterung.

4. An höhern Orten iſt die Elektricität ſtärker als an niedrigern, und wenn dieſe Regel in einiger Entfernung von der Erde noch ſtatt findet, ſo muß die Elektricität in den obern Gegenden der Atmoſphäre außerordentlich ſtark werden.

5. Der elektriſche Funken, den man aus der Schnur des Drachens oder aus einem damit verbundenen iſolirten erſten Leiter zieht, iſt beſonders bey trockener Witterung ſehr ſelten länger als $\frac{1}{4}$ Zoll, aber außerordentlich ſtechend, und er ſcheint mehr dem Schlage aus einer geladenen Flaſche, als dem Funken aus dem erſten Leiter einer Elektriſirmaſche ähnlich. Ueberhaupt iſt die Elektricität des Drachens ſtärker oder ſchwächer, je nachdem die Schnur länger oder kürzer iſt, ſie bleibt aber nicht mit der Länge der Schnur proportional.

6. Wenn das Wetter feucht und die Elektricität ſtark iſt, ſo wird dieſelbe, wenn ein Funke aus der Schnur des Drachens gezogen worden, mit großer Geſchwindigkeit wieder erſetzt; bey trockener und warmer Witterung hingegen geſchieht dieſer Erſatz außerordentlich langſam.

Die meiſten Beobachtungen hat de Sauſſüre angeſtellt *). Er fand, daß die Elektricität der Atmoſphäre in verſchiedenen Höhen über der Erdoberfläche gar ſehr verſchieden, und ſelbſt an einem und demſelben Orte vielen Veränderungen unterworfen iſt. Seine Beobachtungen haben ihn ferner gelehrt, daß ſich die Elektricität an den höchſten Orten am ſtärkſten zeige, daß ſie bey Nebeln vorzüglich anzutreffen ſey, und immer mehr zunehme, wenn ihre Bläschen einander näher kommen. Daher findet ſich die ſtärkſte Elektricität in den dichteſten Nebeln und in dichten dunkeln Wolken, welche ſie aber verlieren, wenn ſie ſich in Regen auflöſen. Weiter überzeugten ihn ſeine Beobachtungen, daß die Elektricität in den hellſten und heiterſten Tagen, ſowohl im Sommer als Winter, am Tage und in der Nacht, an der Sonne und im Thaue poſitiv, aber einer merklichen Veränderung unterworfen ſey, indem nämlich die Elektricität der heitern Luft im Winter von der Zeit an, da der Thau völlig niedergeſchlagen iſt, bis zum Sonnenaufgange am ſchwächſten iſt, nachher aber zunimmt, und faſt immer noch vor Mittag einen gewiſſen höchſten Grad erreicht, nachher aber wieder abzunehmen ſcheint, bis ſie bey dem Fall des Thaues oft am ſtärkſten, und hierauf wieder ſtufenweiſe ſchwächer wird. Seine beſonders auf

*) Voyages dans les Alpes. Tom. II. à Geneve 1786. 4. Chap. 28.

auf der Furka gemachten Beobachtungen lehrten ihn, daß die Wolken keine eigene Elektricität beſitzen, ſondern bloß als Leiter dienen, um die Elektricität aus den obern Gegenden herabzuführen. Denn als er bey der Abweſenheit der Wolken die Bleykugel ſeines Luftthermometers in die Höhe ſchleuderte, erhielt er eine ſtärkere Elektricität als bey ihrer Gegenwart.

Daß die Elektricität der heitern Luft unwandelbar poſitiv ſey, glaubt er nicht anders als mit Volta ſo erklären zu müſſen, daß ſie durch die Ausdünſtung entſtehe, von den aufſteigenden Dünſten mit in die Höhe geführt, und durch die Kälte oder Verdichtung der Dünſte aus denſelben niedergeſchlagen werde, wodurch ſich die obern Luftgegenden damit anfüllen. Um hierüber noch mehr Aufſchluß zu erhalten, ſtellte er eine große Anzahl Verſuche über die Elektricität bey der Verdünſtung an, nach welchen er fand, daß erhitztes Porzellan und Silber den Dünſten immer — E, Eiſen und Kupfer hingegen + E geben. Hieraus wird es ihm wahrſcheinlich, daß die Elektricität der Dünſte an ſolchen Körpern, bey welchen mit Berührung des Waſſers eine Zerſetzung ſtatt finden kann, jederzeit poſitiv, hingegen an ſolchen, bey welchen keine Zerſetzung erfolgt, und auch durch ſelbige an andern Körpern keine dergleichen hervorgebracht werden kann, allemal negativ ſey.

Read in Knightsbridge hat ebenfalls mit einem eigenen Apparat vom Jahre 1789 - 1790 Beobachtungen über die Luftelektricität angeſtellt [t]). Die Atmoſphäre fand er unter 397 Malen 241 Mal poſitiv und

t) Philoſoph. Transact. Vol. LXXXI. überſ. in Gren's Journal der Phyſik. B. VI. S. 234 f.

und 156 Mal negativ elektriſirt; die Elektricität war 98 Mal ſo ſtark, daß die Kugel ſeiner Geräthſchaft Funken gab; nur an 7 Tagen des ganzen Jahrs hindurch bemerkte er mit unter gar keine Spur der Elektricität. An gewiſſen Tagen ſchien ſie ſo veränderlich, daß die Korkkügelchen von Minute zu Minute mit + E und — E abwechſelten, welches eine Wirkung von elektriſchen Atmoſphären zu ſeyn ſchien. Nachherige ſehr zahlreiche Verſuche und Beobachtungen mittelſt Bennet's Duplikator der Elektricität ſchienen ihn aber doch zu belehren, daß man nicht jederzeit die Anzeige von abwechſelnder poſitiver und negativer Elektricität in der Atmoſphäre als eine Wirkung elektriſcher Atmoſphären anſehen könne, vielmehr brachten ſie ihn auf die ſtarke Vermuthung, daß die Luft dadurch, daß ſie auf verſchiedene Weiſe, wie durch Athmen, Fäulniß u. ſ. f. ſelbſt in geringem Grade verdorben wird, einen Antheil ihrer natürlichen Elektricität entläßt, und folglich negativ elektriſirt wird. Seine Verſuche ſchienen ihn wirklich auf die Folgerung zu leiten, daß Luft, welche durch thieriſche Reſpiration oder durch thieriſche Fäulniß verdorben wird, ſtets negativ elektriſirt ſey, wenn zur ſelbigen Zeit die umgebende Atmoſphäre poſitive Elektricität beſitze. Daher empfiehlt Read auch Bennet's Duplikator der Elektricität ſelbſt als ein nützliches Werkzeug zur Unterſuchung der Elektricität der atmoſphäriſchen Luft in verſchiedenen Graden ihrer Reinheit [u]).

L. Cotte [v]) zu Montmorenci hat aus ſeinen 30jährigen meteorologiſchen Beobachtungen über die Luftelektricität folgende Reſultate hergeleitet:

I.

u) Philoſ. Transact. for 1794. P. I. S. 266. in Gren's neuem Journal der Phyſik. B. II. S. 70 f.

v) In *Brugnatelli* bibliotheca fiſica d'Europa; u. a. dem Italien. überſ. Th. I. Leipz. 1793. 8.

1. Die Elektricität äußert ſich öfter ohne Gewitter, als im Gewitter.

2. Sie wird auch häufiger durch trockene als durch regnigte Wolken veranlaßt.

3. Sie iſt öfter poſitiv als negativ, beſonders wenn ſie durch ſtehende Wolken veranlaßt wird, weil dieſe ohne Zweifel zu entfernt ſind, als daß die aus der Erde ſteigende Elektricität bis dahin reichen könnte; im entgegengeſetzten Fall iſt ſie ſehr veränderlich.

4. Die Atmoſphäre gibt Zeichen von Elektricität zu allen Zeiten und zu jeder Stunde des Tags und der Nacht.

Sonſt glaubte man, daß die Luftelektricität durch Reibung der Lufttheilchen an einander verurſacht werde. Denn als de Sauſſüre, um die Elektricität aus den höhern Gegenden der Atmoſphäre abzuleiten, eine Bleykugel an einer Schnur von Silberfaden in die Höhe ſchleuderte, ſo wurde ihm von Landriani der Einwurf gemacht, ob nicht die Elektricität, welche die Kugel im Fluge erhält, durch ihr Reiben an der Luft könne erzeugt werden? Um dieß genauer zu unterſuchen, nahm de Sauſſüre eine an einer ſeidenen Schnur befeſtigte Kugel, und ſchwang ſie mit großer Schnelligkeit eine Zeitlang in der Luft herum; allein er bemerkte auch nicht die geringſte Elektricität. Endlich wurde Volta durch die bey Waſſerfällen und Strudeln, ja ſelbſt bey Schleuſen und Mühlrädern bemerkte Elektricität, welche Tralles[w]) beſchreibt und aus dem Reiben der Waſſertheilchen an der Luft erklärt, veranlaßt, die Sache einer genauern Prüfung zu unterwerfen. Wiederholte Verſuche bewieſen ihn

w) Beytrag zur Lehre der Elektricität. Bern 1786. 8.

ihn hinlänglich, daß Körper, welche eine Zeitlang in der Luft aufs heftigſte bewegt wurden, auch nicht die geringſte Spur von erregter Elektricität zu erkennen gaben. Ueberdem ſcheint aber auch die Erregung der Elektricität durchs Reiben der Lufttheilchen an einander unmöglich. Volta ſchließt hieraus, daß das Reiben der Luft an ſich oder an andern Körpern nie Elektricität erregen könne, und daß die bey den Waſſerfällen und Strudeln erregte Elektricität vielmehr von der durch die Bewegung und Zertrennung begünſtigten ſchnellen Ausdünſtung des Waſſers herzuleiten ſey. Volta entdeckte zwar zuletzt, daß Körper, welche an der Luft gerieben gar keine Elektricität zeigten, gepulvert, zerſchabt oder in ſehr feine Theile zertheilt und durch die Luft getrieben, wirklich erregte Elektricität zu erkennen gaben; gleichwohl behauptet er, daß die Entſtehung der atmoſphäriſchen Elektricität allein von der Ausdünſtung herrühre. Er fand mit Hülſe ſeines Condenſators, daß der aufſteigende Waſſerdampf poſitiv elektriſirt ſey. Hierdurch wurde er bewogen anzunehmen, daß das Waſſer, wenn es in Dampf verwandelt werde, mehr Capacität für das elektriſche Fluidum erhalte; die Verdampfung führe daher unaufhörlich Elektricität in die Luft, welche ſich aber daſelbſt nicht eher äußere, bis die Dünſte wieder zu Waſſer würden. Volta hat dieſe ſeine Theorie in mehreren ſeiner Schriften, beſonders aber im ſechsten ſeiner meteorologiſchen Briefe, ausgeführt, und ſie mit vielen Verſuchen über die Elektricität beym Verdampfen und Verbrennen unterſtützt.

Dagegen hat de Lüc das Voltaſche Syſtem mit ſtarken Gründen beſtritten, und vielmehr behauptet, daß in der Atmoſphäre durch gewiſſe uns noch unbekannte

kannte Naturoperationen elektriſches Fluidum ſelbſt gebildet, und wieder zerſezt werde. Zuerſt bemerkt er, daß die de Sauſſüreſche Beobachtung, nach welcher beym gewöhnlichen Wetter die Luftelektricität von Sonnenaufgang bis zu einer gewiſſen Stunde des Tags zunehme, verbunden mit der allgemeinen Bemerkung, daß die Gewitter nur dem Sommer zugehören, auf die Vermuthung leite, daß die Sonnenſtrahlen an der Bildung des elektriſchen Fluidums, oder doch wenigſtens des fortleitenden Fluidums Antheil haben mögen, wenn auch ihr Einfluß darauf noch nicht ein unmittelbarer ſeyn ſollte. Hernach nehme Volta an, daß der poſitive Zuſtand der Elektricität daher rühre, weil ein heißer Körper, von welchem Waſſer verdunſte, negativ werde, mithin der aufſteigende Dampf poſitiv ſeyn müſſe. Allein de Sauſſüre habe gezeigt, daß die Verdampfung Eiſen und Kupfer poſitiv mache, und ſey auch ſelbſt hierdurch bewogen worden, eine in der Natur vorgehende Zuſammenſetzung und Zerſetzung des elektriſchen Fluidums zu muthmaßen. Vorzüglich aber ſetzt de Lüc der Meinung Volta's folgende Gründe, die er aus meteorologiſchen Beobachtungen hergenommen hat, entgegen. Er ſagt, wenn das elektriſche Fluidum durch Verdunſtung aus dem Boden in die Atmoſphäre überginge, und ſeine Rückkehr zu dem Boden wieder ſtatt fände, wenn ſich die Dünſte in Waſſer verwandelten, ſo müßte es bey allen ſtarken und plötzlichen Regengüſſen Donnerwetter geben, indem ſich bey der ſchnellen Bildung des Waſſers das elektriſche Fluidum eben ſo häufig als bey Donnerwettern entbinden müßte; allein es gibt beſtändig häufigere Platzregen ohne Gewitter, als mit ſolchen. Auch müßte jeder Regen merkliche Zeichen poſitiver Elektricität geben,

 welches

welches doch nicht geſchieht. Ferner müßte jedes Gewitter Regen mit ſich führen, weil nur zur Zeit des Regens der Waſſerdampf zu Waſſer wird; nun donnert es aber ſehr oft in Gewölken, welche vielmehr durch vermehrte Dünſte verdichtet werden, ohne daß ein Tropfen Waſſer herausfällt. Wenn endlich der Regen ſelbſt nur durch Dünſte erklärt werden kann, welche noch vor der Bildung der Wolken in der Luft zugegen waren, ſo kann ſich die Quelle des elektriſchen Fluidums, welches in einem Gewölke bemerkt wird, nicht in den Dünſten finden. Aller dieſer Gründe ungeachtet hat doch Volta ſeine Theorie nicht aufgegeben.

Um die Stärke und die Beſchaffenheit der atmoſphäriſchen Elektricität zu beobachten, haben mehrere Naturforſcher eigene Vorrichtungen unter dem Namen Luftelektrometer, oder atmoſphäriſches Elektrometer angegeben. Dergleichen haben Cavallo, Achard, de Sauſſüre, Volta und Read beſchrieben.

Bemerkungen über die Spitzen.

Die Urſachen über die merkwürdigen Eigenſchaften der Spitzen haben mancherley Streitigkeiten veranlaßt. Cavallo nimmt zur Erklärung derſelben die umgebende Luft zu Hülfe, welcher von dem elektriſirten Körper beſtändig Elektricität mitgetheilt wird, die ſich dadurch nach und nach zerſtreut. Hieraus, ſagt er, folgt der ſehr einleuchtende Grundſatz, daß eine Oberfläche von beſtimmter Größe ihre Elektricität ſchneller oder langſamer verliert, je nachdem eine größere oder geringere Menge von Luft ſich mit ihr in Berührung befindet. Geſetzt z. B. es ſey auf dem erſten Leiter eine ſpitzige Nadel befeſtigt; man bemerke auf irgend einem Theile des Leiters ein Fleckchen, welches der

der Nadelſpitze an Größe gleich kommt, und elektriſire dann den erſten Leiter. Nun zeige ſchon der bloße Augenſchein, daß, obgleich die Nadelſpitze und der bemerkte Fleck gleiche Oberflächen haben, dennoch die erſtere faſt ganz mit Luft umgeben ſey, und an eine weit größere Menge Luft ſtoße, als der letztere. Daher zerſtreue ſich die dem erſten Leiter mitgetheilte Elektricität durch die Nadelſpitze weit leichter, als durch den bemerkten Fleck oder irgend einen andern Theil des Leiters. Ueberdieß könne ſich die Luft um die Spitze in Abſicht auf das elektriſche Zurückſtoßen weit leichter und freyer bewegen, als an irgend einer andern Stelle der Oberfläche des erſten Leiters; es gehe daher weit öfter friſche, d. i. noch unelektriſirte Luft an der Spitze vorüber, welche jederzeit einen Theil der Elektricität des Körpers in ſich nehme, und alſo die Zerſtreuung derſelben noch mehr befördere.'

Auf eben dieſe Art laſſe es ſich erklären, warum die Elektricität durch ſpitzige Winkel und ſcharfe Schneiden leichter als durch ſtumpfe zerſtreut werde; denn nachdem überhaupt die Oberflächen der Körper mehr oder weniger flach ſind, nachdem würden ſie auch von einer geringern oder größern Menge Luft berührt, und nähmen an der Natur und den Eigenſchaften der Spitzen geringern oder größern Antheil.

Wenn ein zugeſpitzter Körper negativ elektriſirt werde, ſo werde er aus eben dem Grunde die elektriſche Materie durch ſeine Spitze leichter als durch irgend einen andern Theil ſeiner Oberfläche annehmen. Denn die Spitze berühre mit der kleinſten Fläche die größte Menge freyer Luft, und finde alſo die größte Menge von Lufttheilchen, aus denen ſie die elektriſche Materie in ſich ziehen könne.

Ob man gleich dieſer Erklärung entgegenſetzen kann, daß die Luft, welche ſonſt ein Nichtleiter iſt, hier als das Mittel der elektriſchen Mittheilung angenommen wird, ſo lehrt doch die Erfahrung, daß ſich die Luft in Anſehung der Spitzen wie ein leitender Körper verhält. Wenn man z. B. zwey oder mehrere Nadeln mit aufwärts gekehrten Spitzen auf den erſten Leiter der Maſchine befeſtigt, ſo wird man dadurch beym Gange der Maſchine die Luft des Zimmers in weniger als einer Viertelſtunde Zeit ſehr merklich durch Mittheilung elektriſirt finden; ſie bleibt auch ſo, wenn man gleich die Maſchine aus dem Zimmer wegbringen läßt. Indeſſen erklärt dieß doch noch nicht die Art und Weiſe, warum die Elektricität mit ſolcher Leichtigkeit von den Spitzen aufgenommen oder ausgeſendet werde. Cavallo ſucht aber auch dieſe Wirkung auf folgende Art zu erklären. Er ſagt: bringt man einen ſpitzigen, nicht iſolirten Leiter gegen einen elektriſchen Körper, ſo beſitzt er eigentlich nicht die Eigenſchaft, Elektricität an ſich zu ziehen. Er wirkt bloß wie ein nichtiſolirter Leiter, der dem Uebergange der elektriſirten Materie keinen Widerſtand leiſtet. Wäre eben dieſer Leiter nicht ſpitzig, ſondern hätte er eine runde oder platte Fläche, die man dem elektriſchen Körper entgegen halten könnte, ſo würde er auch in dieſem Falle dem Uebergange der elektriſchen Materie keinen größern Widerſtand leiſten. Die Urſache aber, warum die elektriſche Materie nicht ganz ſo leicht aus dem elektriſirten Körper in den kugelförmigen oder flachen Leiter übergeht, als in den ſpitzigen, liegt darin, weil in dem erſtern Falle die Intenſität der Elektricität in dem elekeriſirten Körper durch die dagegen gehaltene ebene Fläche geſchwächt wird; denn dieſe nimmt die entgegengeſetzte Elektricität an, hält folglich der

verringerten Intenſität weit mehr das Gleichgewicht, als dieß eine Spitze zu thun vermag. Hieraus ſieht man alſo, daß dieß nicht eine beſondere Eigenſchaft der Spitze oder ebenen Fläche iſt, ſondern von dem verſchiedenen Zuſtande des elektriſchen Körpers herrührt, der ſeine Elektricität leichter und in einer größern Entfernung gehen läßt, wenn man ihm eine ſpitzige, leitende Subſtanz, als eine flache, abgerundete entgegen hält.

De Lüc x) erklärt die Wirkung der Spitzen nach Volta's Theorie auf dieſe Art: ſie dienen gleichſam zum Canale, wodurch ſich entfernte Leiter mit andern Körpern ins Gleichgewicht ſetzen, ohne daß die beyderſeitigen Wirkungskreiſe, welche durch die Länge der Spitzen aus einander gehalten werden, dieſes hindern. Die Spitze wirkt ſo lange mit gleicher Kraft, bis der Leiter, zu dem ſie gehört, das Gleichgewicht mit den übrigen Körpern, womit ſie ſich in Verbindung befindet, erlangt hat; anſtatt daß der Leiter, wenn er ſelbſt hier gegenwärtig wäre, durch ſeinen eigenen Wirkungskreis den Uebergang erſchweren oder wohl gar unmöglich machen würde. So hört das ſpitzige Ende eines langen in die Luft aufgerichteten Leiters nicht eher auf, ihr elektriſches Fluidum zu rauben, als bis dieſer Leiter gänzlich mit der Luft im Gleichgewicht iſt. Iſt er nun mit dem Boden in Verbindung, ſo wird er ohne Aufhören dazu beytragen, die Luft mit dem Boden ins Gleichgewicht zu bringen.

Da aber vielen Elektrikern das Bisherige noch kein völliges Genüge leiſtete, und es ihnen noch immer

x) Neue Ideen der Meteorologie B. I. §. 309.

mer ſchwierig ſchien, zu erklären, woher die Spitzen ſo leicht die elektriſche Materie aufnehmen und ausſtrömen, ſo ſuchte Chappe[y]) hierüber einiges Licht zu verbreiten. Wenn nämlich ein mit einer ſcharfen Spitze verſehener ſphäriſcher Körper ſo ſtark poſitiv elektriſirt ſey, daß das Ende der Spitze aus der dichteſten Atmoſphäre des Körpers hervorrage, und daß die Atmoſphäre ſtufenweiſe in der Dichtigkeit abnehme; ſo ſey klar, daß der Widerſtand, welchen die poſitive Atmoſphäre dem Austritte der elektriſchen Materie aus der Spitze entgegenſetzt, nur ſehr klein ſeyn könne; die überflüſſige Elektricität des elektriſchen Körpers werde alſo in deſto größerer Quantität durch die Spitzen ausſtrömen, wo der Widerſtand am kleinſten ſey, als durch andere nicht hervorragende Theile, wo der Widerſtand größer ſeyn müſſe, weil die elektriſche Materie daſelbſt weit dichter ſey.

Wenn ferner die leitende Spitze an einem negativ elektriſirten Körper ſich befinde, und jene ſo lang ſey, daß ſie ihr Ende außer dem dichteſten Theile der negativen Atmoſphäre habe, die auch ſtufenweiſe an Dichtigkeit abnehme, ſo begreiſe man leicht, daß, weil die Quantität der Elektricität am Ende der Spitze ſehr klein ſey, auch der dichte Theil der negativen Atmoſphäre um die Spitze ſehr ſchwach ſeyn werde. Folglich werde auch der Widerſtand, welchen die negative Atmoſphäre dem Eingange der Elektricität in dem negativen Körper entgegenſetze, ſehr klein ſeyn, und demnach werde die Elektricität der Luftmaſſe, die beſtändig den Mangel der Elektricität des negativ elektri-ſirten

y) *De la Metherie* obſervat. ſur la phyſique. Tom. XL. p. 329 ſq. in Gren's neuem Journale der Phyſik. B. I. S. 115.

ſirten Körpers zu erſetzen ſtrebe, in weit größerer Quantität durch die Spitzen, wo der Widerſtand ſehr gering ſey, einſtrömen können, als an einem andern nicht hervorragenden Theile, wo der Widerſtand natürlich größer ſey.

Bemerkungen über den Blitz und die Blitzableiter.

Aus den Beobachtungen, nach welchen zu allen Zeiten in der Atmoſphäre Elektricität angetroffen wird, ſuchte man eine Erklärung von dem Blitze zu geben. Die elektriſche Atmoſphäre theile nämlich die Elektricität den Wolken mit, welche man daher als iſolirte in der Luft ſchwebende Leiter betrachtete, und dadurch häuſe ſich die elektriſche Materie in denſelben an. Käme alsdann eine unelektriſirte Wolke jener geladenen Wolke nahe, ſo würde ſie dadurch entladen, und gebe den Blitz als elektriſchen Funken. Auch durch Vertheilung könne in den über oder neben einander ſtehenden Wolken entgegengeſetzte Elektricität erzeugt werden, und endlich durch Annäherung derſelben ein deſto ſtärkerer Blitz entſtehen. Endlich könne ſelbſt die Elektricität einer Wolke ſo ſtark angehäuft werden, daß ihre elektriſche Atmoſphäre ſich bis zur Erdfläche erſtrecke, welche die entgegengeſetzte Elektricität der Wolke aufnehme, und bey größerer Annäherung der Wolke gegen die Erde einen Blitz auf dieſelbe herabſchleudere. Dieſes Blitzen der Wolke daure ſo lange, bis entweder das Gleichgewicht der Elektricität vorhanden ſey, oder die Wolken ſich völlig durch Regen entladen hätten. Gegen dieſe Erklärung führt aber de Lüc[z]) folgendes an:

1.

z) De Lüc's ſiebenter Brief an de la Metherie über die Schwierigkeiten in der Meteorologie; in Gren's Journal der Phyſik. B. IV. S. 234 f.

1. Wenn ſich Gewitterwolken in einer und der nämlichen Luftſchicht bilden und alle zu gleicher Zeit entſtehen, ſo weiß man gar keine Urſache anzugeben, warum einige eine ſo große Menge, andere aber einen Mangel an elektriſcher Materie enthalten ſollten. Es ſey daher völlig unbegreiflich, daß bey Gewitterwolken, welche eine völlig zuſammenhängende Maſſe bildeten und den Himmel als ſolche überzögen, ſich hie und da die Elektricität nur anhäufen ſollte; da ſie doch wegen der zuſammenhängenden Wolken in der ganzen Maſſe ſich ausbreiten und ins Gleichgewicht ſetzen müßte.

2. Geſetzt aber auch, es fände bey der Bildung der Wolken ein ſolcher unbegreiflicher Unterſchied des elektriſchen Zuſtandes zwiſchen ihnen ſtatt, ſo ſey es doch unbegreiflich, wie dieſer Zuſtand fortdauern könne, wenn ſie ſich vereinigen, da doch die Nebel, woraus ſie beſtehen, Leiter ſeyen.

3. Laſſe ſich nicht begreifen, daß das Gewitter beym Regen noch fortdauern könne, indem die Gewitterwolken durch den herabfallenden Regen, welcher ſie mit der Erde in leitende Verbindung bringe, ſogleich entladen werden müßten. Wollte man auch nicht annehmen, daß die Gewitterwolken durch den Regen in unmittelbare Verbindung kämen, ſo müſſe man doch eingeſtehen, daß ſie ſich ſelbſt unter einander ins Gleichgewicht ſetzen und dem Gewitter ein Ende machen müßten; denn der Ueberfluß der elektriſchen Materie an der einen Seite würde durch den Regen an die andere übergehen, und man würde von Tropfen zu Tropfen ein Leuchten wahrnehmen.

4. Finde man in den hohen Thälern der Alpen Gewitter, deren Wolken die Gipfel der Berge rund herum berührten, folglich mit denſelben in einer leitenden Verbindung wären, und ſich doch nicht entladeten,

deten, welches doch nothwendig geſchehen müßte. Daher könnten die Gewitterwolken keine elektriſirten Leiter ſeyn.

Dagegen iſt de Lüc geneigt zu glauben, daß der Blitz durch eine plötzliche Erzeugung einer ſehr großen Menge elektriſcher Materie entſtehe. Nach ihm iſt die elektriſche Materie als ſolche nicht eher vorhanden, als bis ſie ſich durch Wirkungen zeigt, eben ſo wie die Dünſte, welche die Wolken bilden, als ſolche in der Luft erſt in dem Augenblicke entſtänden, in welchem die Wolken erſchienen. Daher wären weder elektriſche Materie noch Dünſte, ſo lange die Luft heiter und durchſichtig iſt, in ihr anzutreffen, ſondern allein die Beſtandtheile, welche zu deren Entſtehung geſchickt wären. Aus dieſen würden durch eine uns noch unbekannte Urſache Wolken, ſo wie auch die elektriſche Materie plötzlich in einem großen Ueberfluſſe hervorgebracht, woher eben der Blitz entſtehe. Daß dieß den Geſetzen der Natur gemäß ſey, beweiſt er aus folgender Beobachtung: er ſah auf dem Buet bey einer noch durchſichtigen und ſehr trocknen Luft Wolken ſich bilden, welche ſich nach und nach vereinigten und verdichteten, die Spitze des Buets umzogen, ſich an den Montblanc und die benachbarten Berge lehnten, und dieſelben durch ein lang anhaltendes Gewitter mit einem ſtarken Waſſerguſſe überſtrömten. Unmöglich konnten dieſe Wolken eine elektriſche Ladung haben, indem ſie mit der Erde durch die Berge in einer leitenden Verbindung waren, und daher unfehlbar die ihnen zugeführte Elektricität ganz unbemerkbar ohne Schlag der Erde zugeführt haben würden.

De Lüc ſagt, durch die Entdeckung der Gleichheit der elektriſchen Materie mit der Blitzmaterie habe man

man ſich zu dem Irrthum verleiten laſſen, daß die Elektriſirung der Wolken dem Elektriſiren bey unſern Verſuchen ähnlich ſey, ohne zu unterſuchen, woher die Wolken ſo ſtark poſitiv und negativ elektriſirt werden. Eine genauere Unterſuchung der Umſtände aber leite uns natürlich auf den Gedanken, daß vor dem entſtandenen Blitz die Menge der elektriſchen Materie, welche ihn bilde, weder in den Wolken noch ſonſt wo hat ſeyn können.

Allein nun entſteht die Frage, woher die elektriſche Materie des Blitzes entſtehe? De Lüc kann dieſe Frage nicht anders als ſo beantworten: es geſchehen in der Atmoſphäre Zuſammenſetzungen und Zerſetzungen, woraus elektriſche Materie aus den ſchon vorher da geweſenen Beſtandtheilen gebildet, oder auch in dieſe Beſtandtheile wieder umgeändert werde, ſo wie aus den aufgeſtiegenen Dünſten wahrſcheinlich Luft gebildet, und umgekehrt die Luft wieder in Dünſte zerſetzt würde. Wenn die Bildung der elektriſchen Materie langſam von ſtatten gehe, ſo entſtehe Luftelektricität; erzeuge ſich aber eine plötzliche und eine überaus große Menge elektriſcher Materie, ſo entſtehe ein Blitz. Woraus aber die Beſtandtheile beſtehen, und durch welche Operation die Zuſammenſetzung erfolge, dieß ſey uns noch unbekannt, indem hierbey eine genauere Kenntniß über die Natur und Entſtehung der elektriſchen Materie vorausgeſetzt werde, als wir jetzt noch beſäßen. Indeſſen iſt er geneigt zu glauben, daß das Licht bey Erzeugung der elektriſchen Materie vorzüglich im Spiele ſey.

Nach de Lüc's Theorie hat Lampadius a) den Blitz mit dem papinianiſchen Digeſtor verglichen. Die in

a) Verſuche und Beobachtungen über die Elektricität und Wärme

in demſelben entſtandenen ſehr heißen und elaſtiſchen Waſſerdämpfe würden durch den Druck zuſammengehalten; ſie zerſetzten ſich aber, wenn ſie den Druck überwänden oder ſchnell in Freyheit geſetzt würden, indem ſie an der Decke einen Widerſtand erlitten. Hingegen nach und nach würde ſich das freye Waſſer mit neuem Wärmeſtoffe wieder in Dampf verwandeln. Auf eben dieſe Weiſe werde bey dem Gewitter eine überaus große Menge elektriſcher Materie erzeugt, welche an der Luft, als einem Nichtleiter, Widerſtand finde, und ſich in einem Moment zerſetze. In dieſem Augenblicke aber nehme man einen Bliz wahr, oder das aus der elektriſchen Materie frey werdende Licht. Jedoch ſetze ſich die elektriſche Materie weit ſchneller als die Waſſerdämpfe wieder zuſammen. Auch vermuthet Lampadius aus dem Umſtande, weil im Sommer die meiſten elektriſchen Erſcheinungen und häufigſten Donnerwetter ſich einfinden, daß vorzüglich die Sonnenſtrahlen zur Bildung der elektriſchen Materie beytrügen. Es werde nämlich eine große Menge Licht zur Erzeugung der elektriſchen Materie verwendet, welche wir in der Atmoſphäre beſtändig als poſitiv anträfen. Eine andere Wirkung des Sonnenlichts auf das elektriſche Fluidum ſey, daß das ſchon gebildete eine größere expanſive Kraft erhalte. Da aber nach dieſer Theorie in den heißeſten Sommertagen die größte Menge von elektriſchem Fluidum erzeugt werden müßte, und doch nach de Sauſſüre vermöge ſeiner Beobachtungen gerade an dieſen Tagen bey trockener Witterung die geringſte Elektricität in der atmoſphäri-

Wärme der Atmoſphäre angeſtellt im Jahre 1792 nebſt der Theorie der Luftelektricität nach den Grundſätzen des Herrn de Lüc. Berlin 1793. 8.

ſphäriſchen Luft angetroffen wird, ſo iſt es ihm wahrſcheinlich, daß die Elektricität auf Verwandlung der Dämpfe in Luft verwendet werde.

Lampadius weicht von de Lüc's Theorie nur in folgendem ab: de Lüc behauptet nämlich, daß die Wolken nie negative Elektricität hätten, und wenn ſie ſich wirklich ſo zeige, ſo ſey dieß bloße Täuſchung, indem dieß allein vom Einfluß der Wirkungskreiſe und der beym Blitze entſtehenden Abwechſelungen poſitiver und negativer Luftſchichten herrühre. Lampadius hingegen hat auch ſehr oft ohne Blitz die Elektricität der Wolken anhaltend negativ gefunden, und glaubt daher, daß es wirklich Wolken gebe, welche mit negativer Elektricität angefüllt ſind.

Reimarus hat aber doch in ſeinen neuern Bemerkungen vom Blitze die alte Theorie beybehalten, daß nämlich die Luftelektricität in den Gewitterwolken angehäuft ſey, und der Blitz in einer Entladung derſelben gegen andere Wolken oder gegen andere Objekte auf unſerer Erde beſtehe. Er iſt daher immer noch der Meinung, daß man die allgemeinen Eigenſchaften und Wirkungen des Blitzes vermittelſt elektriſcher Verſuche erläutern könne, nur den Grad der Stärke ausgenommen. Er ſucht alles auf Beobachtungen wirklicher Wetterſchläge zurückzuführen.

In dieſer Periode wurde auch eine beſonders merkwürdige Wirkung der Gewitter entdeckt. Brydone [b]) erzählt nämlich einen Fall eines Wetterſchlags ohne wahrgenommenen Blitz, wodurch am 9ten Juli 1785 in der Gegend um Coldſtream in Schottland ein Kohlenfuhrmann mit ſeinen Pferden vor dem Wagen, da

b) Philoſoph. Transact. Vol. LXXVII. p. 61 ſq.

da er beinahe eine Anhöhe hinauf war, erſchlagen ward. Der Graf Stanhope bemüht ſich, dieſen Vorfall aus dem elektriſchen Rückſchlage zu erklären. Schon im Jahre 1779 hatte er die Erſcheinungen des elektriſchen Rückſchlags beſchrieben, und ſie auf Wolken und Wetterſchläge angewandt [c]). Wenn man nämlich zwey iſolirte Körper A und B nicht weit von einander in einerley Richtung mit dem elektriſirten Körper ſo ſtellt, daß ſich A gerade außerhalb der Schlagweite von B befindet, ſo wird der Körper A vermöge des Wirkungskreiſes von B die entgegengeſetzte Elektricität von der des Körpers B, der Körper D hingegen die nämliche Elektricität, welche B beſitzt, erhalten; doch kann ſich dieſe Wirkung nicht ereignen, wofern nicht ein oder mehrere Funken zwiſchen A und D entſtehen. Entfernt man nun den elektriſirten Körper B, oder entzieht ihm ſeine Elektricität, ſo wird ſich ein neuer Funken zwiſchen A und D zeigen, wodurch beyde Körper wieder in ihren urſprünglichen unelektriſirten Zuſtand werden verſetzt werden. Eben dieſer Funke heißt der Rückſchlag. Beſaß der elektriſche Körper + E, ſo wurde das + E des Körpers A durch den Wirkungskreis von B zurückgeſtoßen, und nun durch Funken dem Körper D mitgetheilt; wird nun dem Körper B ſeine Elektricität entzogen, ſo ſättigt ſich das — E des Körpers A mit dem + E des Körpers D, und es entſteht der Rückſchlag. Eben ſo begreiflich iſt es auch, wenn der elektriſirte Körper — E beſitzt. Der Graf

c) Princip. of electricity. Lond. 1779. 4. Principes d'électricité par Milord *Mahon*, trad. de l'Angl. p. l'Abb. N. à Lond. 1781. 8. Lord Mahon's Grundſätze der Elektricität; a. d. Engl. mit Anmerk. von Seeger. Leipz. 1789. 8.

Graf Stanhope hat alles hieher gehörige durch manchfaltige und lehrreiche Verſuche beſtätigt. Nach des Grafen Vorſtellung kann auch ein Rückſchlag aus eben derſelben Wolke, welche den Hauptſchlag gibt, und zwar aus ihrem andern Ende entſtehen. Reimarus [p]) erinnert aber dagegen, durch die Entladung der Wolke werde ſie entweder ſogleich mit der Erde ins Gleichgewichte gebracht, oder doch wenigſtens dieſem Gleichgewicht genähert, und dieß nicht etwa an einem Ende der Wolke, ſondern in allen Theilen derſelben; durchs Entladen entſtehe in keinem Theile derſelben eine entgegengeſetzte Elektricität; es ſey daher auch an ihrem andern Ende keine Veranlaſſung zu einem Rückſchlage vorhanden. Man ſetze, die Wolke habe vor der Entladung + E, ſo wird ſie durch die Entladung entweder o E oder ein viel ſchwächeres + E, nie aber am andern Ende ein — E erhalten; auch wird die in dem Wirkungskreiſe derſelben befindliche Erdfläche durch den Schlag nicht + E erlangen, ſondern ſie kann nur ſo viel ſchwächer — E werden, als die Wolke ſchwächer + E geworden iſt, und die folgenden Entladungen, es ſey aus dieſem oder aus jenem Ende, werden von einerley Art mit den vorhergehenden ſeyn.

Wenn ein Rückſchlag erfolgen ſoll, ſo muß auch jederzeit vorausgeſetzt werden, daß ein Körper zwar in dem Wirkungskreiſe eines elektriſirten Körpers, aber doch außerhalb der Schlagweite ſich befinde; überdem muß ſchon dieſer Körper etwas von ſeiner Elektricität von der andern Seite abgegeben haben, damit er nach der plötzlichen Zernichtung des Wirkungskreiſes ſich nicht mehr im Gleichgewicht befindet. Wäre vorher von ſeiner

d) Neuere Bemerkungen vom Blitze. Hamburg 1794. 8. S. 78 f.

ſeiner Elektricität nichts verloren gegangen, ſo wird nach Entfernung des elektriſirten Körpers oder ſeines Wirkungskreiſes das natürliche E ſich wieder in der Maſſe gleichförmig vertheilen. Dieß zeigt ſich auch in den Verſuchen des Grafen Stanhope; der Körper, welcher den Rückſchlag gab, hatte allemal vorher durch ausfahrende Funken, durch eine nahe Spitze, durch andere nahe Körper u. ſ. w. etwas von ſeiner eigenen Elektricität verloren; und überhaupt zeigen die Verſuche, daß kein Rückſchlag anders entſtehen könne, als aus einem beſondern Körper.

Es können alſo bloß durch Wetterwolken Rückſchläge aus einer abgeſonderten Zwiſchenwolke erfolgen, die zwar in dem Wirkungskreiſe der erſtern, aber doch weiter als die Schlagweite davon entfernt iſt; überdem müſſen von dieſer Zwiſchenwolke, noch ehe die Entladung der Hauptwolke erfolgt, während ihrer Gegenladung ſchon kleine Schläge oder wenigſtens allmählige Ausflüſſe durch Wetterleuchten vorhergegangen ſeyn; auch muß die Zwiſchenwolke der Erde weit näher gekommen ſeyn, um einen Rückſchlag zu erhalten, als zur Schlagweite der Hauptwolke erforderlich iſt. Eine Ausladung, welche aus der Hauptwolke durch die Zwiſchenwolke zur Erde hingeht, gehört nicht hierher, und iſt von andern Schlägen nur durch die unterbrochene Leitung verſchieden.

Hieraus erhellet, daß ſich ein Rückſchlag weit ſeltener einfinden kann, als es nach des Grafen Stanhope Aeußerungen zu erwarten wäre; daß ferner ein Rückſchlag aus eben derſelben Wolke, aus welcher der Blitz herausgefahren iſt, gar nicht entſtehen kann, mithin die Vorſtellung, daß ein Blitz,

wenn er keine vollkommene Ableitung findet, wieder aufwärts fahren könne, ganz ungegründet iſt.

Auch bemerkt Reimarus, daß der Graf Stanhope die bloße Rückkehr der durch Vertheilung getrennten Elektricität, wodurch ſie nach aufgehobener Urſache der Vertheilung wieder ins vorige Gleichgewicht zurückkehrt, mit einem Rückſchlage verwechſele. Denn eine ſolche Rückkehr geſchieht allemal von dem einen Ende zum andern ganz ſtill ohne Exploſion, als welche beſtändig einen Durchbruch durch ein widerſtehendes Mittel vorausſetzt, und bey der Vertheilung durch einen zuſammenhängenden Leiter gar nicht ſtatt findet. Die einzige Wirkung, welche hierbey erfolgen kann, iſt dieſe: wenn die Elektricität der Erdfläche, welche durch den Wirkungskreis einer ſtark elektriſirten Wolke ungleich vertheilt iſt, ſich nach der plötzlichen Zernichtung des Wirkungskreiſes auch plötzlich wieder ins Gleichgewicht ſtellt, ſo kann dadurch, wenn ſie durch unterbrochene oder ſchlechte Leiter geht, zuweilen einige Erſchütterung oder kleine Funken verurſacht werden. Dahin gehören die Funken, welche ſich zur Zeit eines entſtandenen Blitzes in den Elektricitätszeigern und andern Werkzeugen der Naturforſcher wahrnehmen laſſen. So ſah man in Hamburg, als am 10ten Aug. 1787 ein Wetterſtrahl auf die Johanniskirche fiel, Funken in mehreren auf 1000 Fuß davon entfernten Häuſern ohne alle Erſchütterung und Verletzung. Dieſe Vertheilung iſt aber zu weit ausgedehnt, und von einem Schlage der angehäuften Elektricität ſo ſehr verſchieden, daß ſich eine ſolche vom Graſen Stanhope vorgeſpiegelte Gefahr gar nicht denken läßt. Auch zeigt die Erfahrung nichts ähnliches. Schwebt über einem Orte

eine ſtark elektriſirte Gewitterwolke, ſo erſtreckt ſich ihr Wirkungskreis über alle darunter befindliche Gebäude und Menſchen, und nach Stanhope's Behauptung müßte man bey jedem Wetterſchlage alle Stellen, wo ſich unterbrochenes Metall befindet, erſchüttert, und alle Menſchen, welche ſich in freyer Luft befänden, zu Boden geworfen finden, welches aber nicht geſchieht. Zwar führt der Graf Stanhope Beyſpiele an, daß durch eine ſolche Rückkehr Menſchen wären erſchlagen worden, bey welchen man nur Spuren der Verletzung an den Füßen angetroffen habe. Allein Reimarus weiß keinen Fall, wo Menſchen bloß an den unterſten Theilen verletzt wurden, wenigſtens war jederzeit ein Zweig des Strahls von einer höhern Stelle hergekommen.

Den vorhin angeführten Fall, welchen Brydone erzählt, hat Stanhope aus der Rückkehr der Elektricität erklärt: der Schlag ſoll nämlich zwiſchen zwey über einander geſtandenen Wolken entſtanden ſeyn, ſo daß man den Knall habe hören, aber den Blitz nicht ſehen können. Denn wenn die obere Wolke ihre Elektricität in die Erde übergehen laſſe, ſo müſſe die Elektricität der untern Wolke unmittelbar in die obere überſtrömen an der Stelle, welche ſich gerade über dem Wagen befindet; auf ſolche Art werde der Wirkungskreis der untern Wolke aufhören, mithin müſſe auch die Elektricität, welche allmählig von dem leitenden Körper auf der Oberfläche der Erde in letztere getrieben wurde, plötzlich wieder von der Erde in den leitenden Körper zurückkehren, und eine heftige Erſchütterung hervorbringen, welche eben ſo wirke, als der ſtechende Funke einer Leidner Flaſche. Gegen dieſe Erklärung hat Reimarus folgende erhebliche Ein-

würfe gemacht: 1. hätten nicht einmal die ſeitwärts ſtehenden Zuſchauer einen Blitz wahrgenommen, den ſie doch, wenn auch alles unter den von dem Grafen vorausgeſetzten Umſtänden erfolgt wäre, gewiß bemerkt haben würden; 2. habe der Knall nicht nachgehallt, wie die gewöhnlichen Schläge unter Wolken, die keinen Gegenſtand auf der Erde träfen; 3. verwechſele der Graf die Rückkehr der elektriſchen Materie mit dem eigentlichen Rückſchlage, wobey immer ein Ueberſprung zu einem äußern Körper geſchehe, wenn er anfangs behaupte, daß hier die Elektricität bloß in den Grenzen des Wagens, des Fuhrmanns und der Pferde bewegt worden ſey; nachher aber, um die Möglichkeit der heftigen Wirkung in dieſem Falle zu beweiſen, ſich immer auf ſeine Verſuche, wo ein Rückſchlag, d. i. ein Ueberſprung veranſtaltet worden, berufe, mithin habe er dadurch eigentlich gar nichts erwieſen; 4. ergebe ſich aus mehreren Umſtänden, daß es ein wahrer von der Luft zu dem Menſchen und Wagen überſpringender Schlag geweſen wäre. Der Einfluß auf die Wolken habe ſich nämlich in ſo fern geäußert, weil ſie alſobald zertheilt worden wären und nicht weiter gedonnert hätten, dann habe man an dem Kopf des Menſchen nicht weniger als unter den Rädern Spuren von der Gewalt der Exploſion wahrgenommen; ein Beweis, daß ſowohl oben als unten ein Ueberſprung geſchehen ſey u. ſ. w. Nach ihm könnte jener Schlag entweder aus einer Sammlung von Dünſten, die ſich ſehr niedrig am Hügel gelagert hätten, oder aus einem Wetterwirbel entſtanden ſeyn, auf welche letztere Muthmaßung ihn die übrigen erzählten Umſtände, der ſchnelle Tod des Lammes, das bemerkte Zittern des Bodens, die Erſchütterung der Heumacherin u. ſ. f. führen.

Ende

Endlich behauptet der Graf Stanhope, daß ſelbſt bey einer vollkommnen Ableitung die Stelle des Gebäudes, wo ſich unterbrochenes Metall, oder die Menſchen, welche ſich in deſſen Mitte aufhielten, vor der Verletzung eines Rückſchlags, oder durch die bloße Rückkehr der Elektricität, nicht geſichert wären. Allein es iſt ganz der Erfahrung entgegen, und folgt ſelbſt aus den Verſuchen des Grafen nicht. Bey dieſen war nie eine vollkommne Leitung angebracht, durch welche ſonſt der Rückſchlag eben ſo wie ein anderer, vorzüglich durch jede unvollkommene, hätte gehen müſſen. Ueberdem ſcheint es der Natur der Sache nicht gemäß zu ſeyn, daß die vertheilte und auf der Erdfläche ſich weit ausdehnende Elektricität bey einem Rückſchlage mitten durch ein Gebäude in unterbrochenen Sprüngen dringen werde, da ſie außen an demſelben einen beſſern Leiter finde. Der Graf beruft ſich zwar auf die große Kraft der Wetterwolke, die ſo ſtark iſt, daß noch nach dem Schlage die zurückgehende Elektricität auch in Körpern von mäßiger Größe eine beträchtliche Wirkung hervorbringen könne. Reimarus aber antwortet darauf: 1. es habe wohl ſeine Richtigkeit, daß die Kraft der Wetterwolke groß ſey, allein man müſſe auch auf die Entfernung ſehen. Dieſe müſſe nämlich an dem Orte, wo ein Rückſchlag erfolge, allezeit größer als die Schlagweite ſeyn, weil ſonſt der wirkliche Schlag geſchehen würde. Jenſeits der Schlagweite aber gebe das Elektrometer die Wirkung immer ſehr ſchwach an. Selbſt unter der Wetterwolke ſtehe es nicht einmal ſo hoch, als die künſtliche Elektricität es treiben könne. Ja Richmann's Zeiger habe kurz vor dem Schlage, welcher ihn tödtete, nur auf 4° geſtanden, da doch die künſtliche Elektricität ihn über 55° habe treiben können; 2. auch ſey die ganze

Kraft der Wolke über eine große Strecke der Erdfläche verbreitet, über welche ſich denn ebenfalls das Zurückgehen vertheile. Und an dem Orte, wo der Druck am ſtärkſten ſey, wirke ſelbſt der herabfahrende Bliz der zurückgehenden Elektricität entgegen. Es ſey daher gar keine Urſache vorhanden, durch übertriebene Vorſtellungen vom Rückſchlage die Furcht bey Gewittern zu vermehren, und deßwegen in die Ableiter ein Mißtrauen zu ſetzen.

Indeſſen haben die Elektriker mit allem Recht die Entdeckungen des Grafen Stanhope über den Rückſchlag ſo wichtig gehalten, daß ſie jeden Phyſiker aufmuntern ſollten, ſie zu wiederholen. Hube ſchlägt hierzu eine Leidner Flaſche vor; allein Heller zu Fulda bemerkt, daß dieß nur Verſuche gebe, die klein ausfallen und nicht inſtruktiv werden, und Stanhope's Apparat ſey etwas koſtbar. Heller'n glückte es zufälligerweiſe, die Erſcheinungen des Rückſchlags ſehr deutlich darzuſtellen. Er brauchte hierzu nichts, als eine Elektriſirmaſchine und eine iſolirte Wetterſtange, eben dieſelbe, womit er die atmoſphäriſche Elektricität unterſucht hatte. Die Einrichtung auf dem Kabinet zu Fulda iſt nun ſo getroffen, daß die Elektriſirmaſchine an dieſer Vorrichtung ſteht, ſo daß der eine der obern Conduktoren etwa nur 18 Zoll von der Auffangeſtange, und zwar von demjenigen Theile, der ins Kabinet hineingeht, entfernt iſt. Dieſer Theil der Auffangeſtange ſteht daher in dem Wirkungskreiſe der Elektriſirmaſchine. Von dem Reibzeuge herab hängt Heller eine metallene Kette an den Ableiter, um das nachzumachen, was die ältern Schriftſteller Bodendrath nannten. Als dieß einmal ſo vorgerichtet war, und aus dem Conduktor der Elektriſirmaſchine die

die Funken ſchnell ausgezogen wurden, fuhren unvermuthet zwiſchen der Kugel der Auffangeſtange und des Ableiters eben ſo raſche Funken, welche ſeine ganze Aufmerkſamkeit rege machten. Ohne dieſen Zufall würde er wahrſcheinlich nie auf den Gedanken gerathen ſeyn, den Rückſchlag ſo wohlfeil darzuſtellen, als er ſolcher Geſtalt dazu gekommen iſt.

Die Bedingungen hierbey ſind, daß die Elektriſirmaſchine die größte Wirkung thue, die ſie nur thun kann. Bey einer etwas ungünſtigen Wirkung, oder wenn die Elektriſirmaſchine, aus was immer für eine Urſache, nicht zum beſten geht, findet er es vortheilhaft, unter das vordere Ende des Conduktors eine Kugel in die paſſende Schlagweite zu ſtellen, einen Drath an ſie zu befeſtigen, und dieſen mit demjenigen Drath zu verbinden, der vom Reibzeuge herabgeht; ſodann die Kugeln der Auffangeſtange und des Ableiters einander etwas näher zu rücken, als vorher, da kein Rückſchlag erfolgen wollte. Seine Verſuche ſind folgende:

1. Iſt eine Kette mit ihrem einen Ende am Reibzeuge, mit dem andern an die Kugel des Ableiters befeſtigt, und man berührt, auf einem Iſolirſchemel ſtehend, zugleich mit der einen Hand die Kugel des Ableiters und mit der andern die Kugel der Auffangeſtange; ſo bekommt man eine ſehr unangenehme Erſchütterung, wie aus einer Flaſche, ſo oft der Conduktor der Elektriſirmaſchine einen Funken losſchlägt.

2. Mit dem nämlichen Erfolg ging der Erſchütterungsſchlag durch eine Kette von 24 Perſonen, wenn auch Niemand iſolirt war, ja wenn die beyden Kugeln bis auf 12 Zoll Abſtand von einander gebracht wurden. Die Kraft des Schlags ſchien mit der Vergrößerung des Abſtands zu wachſen.

3.

3. Der vorige Erfolg fand ſtatt, wenn man die ans Reibzeug befeſtigte Kette an die Kugel der Auffangeſtange hieng.

4. An die Kugel der Auffangeſtange ſowohl als an die des Ableiters wurde ein kleines linnenes Fädchen geklebt. Beyde Fäden hoben ſich gegen einander, wenn ein Funke zwiſchen beyden überſprang.

5. Der Knopf einer Leidner Flaſche wurde zwiſchen die beyden vorbenannten Kugeln gehalten. So oft ein Rückſchlag erfolgte, ſah man von beyden Seiten des Flaſchenknopfs Strahlen oder Funken, deren Richtung ſich freylich nicht ſehen ließ. Die Flaſche wird aber keineswegs geladen, ſo daß man etwa beym Entladen wieder Funken erwarten dürfte, ſelbſt dann nicht, wenn der Rückſchlag einige Mal durchgegangen iſt, ſo klein auch die Flaſche ſeyn mag. Da aber dennoch die innere Belegung der Flaſche bey dieſem Verſuche nicht geradezu im Wirkungskreiſe der Elektriſirmaſchine ſtand, ſo ſchien ſie ein dienliches Mittel zu ſeyn, zu unterſuchen, von was für Art der jedesmal zwiſchen den beyden Kugeln überſpringende Funke wäre, poſitiv oder negativ, im Fall ſie nur ein wenig afficirt würde; denn das konnte und mußte ſie doch wohl immer werden, wenn auch nicht ſo ſehr, daß beym Appliciren eines gewöhnlichen Ausladers ein Funke ſichtbar würde. Zu dieſem Behuf wurde folgender Verſuch angeſtellt, und mehrere Mal in zwey Jahren wiederholt.

6. Erſter Fall. Die ans Reibzeug befeſtigte Kette hing am Ableiter.

a. Die Flaſche zwiſchen den Kugeln der Auffangeſtange und des Ableiters gehalten, ohne jedoch eine derſelben zu berühren, bekommt rechts und links an ihrem Knopfe Funken. Den Flaſchenknopf an die

mittlere

mittlere Zinnplatte von Cavallo's Mikroelektroſkop gehalten zeigte es ſich, daß die innere Belegung der Flaſche + E bekommen hatte.

b. Es war aber auch ſeine Abſicht, von jeder der beyden Kugeln Funken oder Fünkchen in die Flaſche zu bekommen, um ſie auf das benannte Mikroelektroſkop zu probiren, z. B. von der Kugel der Auffangeſtange. In dieſem Falle mußte die Kugel des Ableiters wenigſtens 2 bis 3 Zoll von jener Kugel entfernt werden, dennoch erhält alsdann die Flaſche nur ſchwache Funken. Hält man aber mit einer Hand die Flaſche nahe an die Kugel der Auffangeſtange, und faßt den Ableiter mit der andern Hand an, ſo bekommt die Flaſche ſtärkere Funken, und zwar — E.

c. Hält man den Knopf der Flaſche nahe an die Kugel des Ableiters, nachdem die der Auffangeſtange ebenfalls 2 bis 3 Zoll von jener entfernt worden, ſo bekommt die Flaſche ohne weitere Vorrichtung gute Funken + E.

7. Zweyter Fall. Die ans Reibzeug befeſtigte Kette hing an der Auffangeſtange.

a. Die Flaſche zwiſchen die beyden Kugeln gehalten, ohne eine zu berühren, bekommt, ſo oft ein Rückſchlag erfolgt, am Knopfe rechts und links Funken, und zwar + E.

b. Die Flaſche nahe an die Kugel der Auffangeſtange gehalten, nachdem zuvor die Kugel des Ableiters 2 bis 3 Zoll entfernt worden, bekommt gute Funken + E.

c. Die Flaſche nahe an die Kugel des Ableiters gehalten, nachdem zuvor die Kugel der Auffangeſtange einige Zoll weggeſchoben worden, bekommt — E.

Als der Thurm von Siena vom Wetterſtrahle getroffen wurde, hatten mehrere Perſonen, außer dem gewöhn=

gewöhnlichen elektriſchen Lichte, auch noch einen ordentlichen elektriſchen Lichtſtreifen an demſelben bemerkt, und Beccaria hatte dieſe Erſcheinung mit dem Namen der ſtrahlenden Elektricität belegt, ſich auch viele vergebliche Mühe gegeben, ſie durch ſeine Maſchine nachzumachen. Landriani veranlaßte van Marum, einen Verſuch mit der großen Maſchine nachzumachen. Beyde Phyſiker betrachteten dieſe ſtrahlende Elektricität als eine Wirkung des Widerſtandes, welchen die Metalle dem Eindringen der elektriſchen Materie entgegenſetzen, wenn ſie zu wenig Durchmeſſer haben, und wo ſich nachmals die nicht aufgenommene Materie nach den Seiten wirſt. Es wurde deßhalb ein Eiſendrath von Nro. 5., der $\frac{1}{75}$ Zoll im Durchmeſſer hatte, in eine ſolche Entfernung vom Conduktor der Maſchine geſetzt, daß faſt ununterbrochene Funken darauf ſchlugen. Hier ſah man, daß dieſer dünne Drath, ungeachtet er völlig mit dem Ableiter in Verbindung ſtand, nach ſeiner ganzen Länge beſtändig mit einem Strom von flammendem Licht bedeckt war, und daß dieſes Licht aus kleinen Strahlen beſtand, die von allen Seiten aus dem Strahle ausfuhren. Je dünner die Dräthe genommen wurden, deſto breiter wurden die Lichtſtröme. Dräthe von andern Metallen zeigten bey gleichen Durchmeſſern hierin keine Verſchiedenheit.

Was die Blitzableiter betrifft, ſo hatte man bereits darüber geſtritten, welches die beſte Einrichtung derſelben ſey. Einige Phyſiker, unter welchen beſonders Wilſon [e]) gehört, haben behauptet, daß diejenigen Blitzableiter die größten Vorzüge hätten, welche einen Knopf oder ein ſtumpfes Ende hätten.
Wil-

e) Philoſ. Transact. Vol. LIV. p. 249 ſq. Vol. LXVIII.

Wilſon behauptet nämlich, daß die zugeſpitzten Ableiter den Blitz herbeylocken, eine ſolche verheerende Materie aber, woraus der Blitz beſtehe, müſſe man nicht herbeyziehen, ſondern vielmehr durch geſchickte Leiter abzuführen ſuchen. Dieſer Streit wurde im Jahr 1777 noch lebhafter, indem am 15ten May in das mit ſpitzigen Ableitern verſehene Schiffsmagazin zu Purfleet, 46 Fuß weit von der Spitze eines Ableiters, der Blitz eingeſchlagen hatte, ohne jedoch weitern Schaden zu thun. Dieſer Vorfall veranlaßte, daß eine Menge Verſuche deßhalb angeſtellt wurden. Die Wilſonſchen Verſuche waren die koſtbarſten und prächtigſten, die jemals mit der Elektricität angeſtellt worden ſind. Er hatte das ganze Londonſche Pantheon gleichſam mit einem metallenen Donnerwetter angefüllt, welches in ein kleines Haus einſchlagen mußte. Ward dieſes Haus mit einem ſpitzigen Ableiter verſehen, und dem geladenen Apparat plötzlich genähert, ſo bekam die Spitze in einer Entfernung von 5 Zoll einen Schlag, und der ganze Apparat ward dadurch entladen; wurde hingegen ein Knopf auf die Spitze geſetzt, ſo erhielt das Haus keinen Schlag. Aus dieſen und noch einigen andern Verſuchen ſchloß er, daß die ſpitzigen Ableiter in einer weit größern Entfernung vom Blitze getroffen werden, als die Kugeln. Edw. Nairne[f]) ſtellte dagegen in einem kleinen Zimmer eine Reihe anderer Verſuche mit der größten Genauigkeit und Vorſicht an, welche ganz zum Vortheil der zugeſpitzten Leiter ausfielen. Hierdurch entſtanden zwey Partheyen, die eine war Wilſon's und die andere Nairne's Meinung. Endlich unter-

f) Philoſoph. Transact. Vol. LXVIII. p. 239. überſ. in den Leipz. Samml. B. II. St. 4. S. 458.

unternahm es auch van Marum, mit der großen Teylerischen Maſchine Verſuche anzuſtellen, deren Reſultate dieſe waren, daß weder die Spitzen noch die kugelförmigen Ableiter eine ſichere Schutzwehr der Gebäude wären. Auch haben wirklich neuere Erfahrungen von Wetterſtrahlen gelehrt, daß die üblichen Wetterſtangen das Gebäude höchſtens auf eine Weite von 40 bis 60 Fuß ſchützen. Beyſpiele von Gebäuden, welche der Ableiter nicht ſicherte, ſind die Kirche zu Genua [g]), das Arbeitshaus zu Heckingham [h]), das mit acht Ableitern verſehen war, und in Königshayn bey Görlitz ſchlug der Blitz an demſelben Tage, da der Ableiter war errichtet worden, in eine 170 Fuß davon entfernte Linde [i]); auch traf am 24. Auguſt 1783 am Schloſſe zu Dresden der Blitz einen von der Ableitungsſtange 94 Dresdner Ellen weit abſtehenden Altan. Dieſe Erfahrungen gaben hinreichende Gründe, auf eine beſſere Beſchützung der Gebäude mittelſt eines Blitzableiters zu denken. Da es nun hinlänglich erkannt war, daß der Blitz jederzeit einer genugſam ſtarken Metallleitung folgt, ſo fing man an, Blitzableiter ohne alle Auffangeſtange anzulegen. Man gab nämlich den Rath, einen hinlänglich breiten Metallſtreifen auf dem ganzen Forſte weg zu ziehen, und alle hervorragende Ecken durch Metall in eine ununterbrochene Verbindung zu bringen, dieſen ununterbrochenen Metallſtreifen bis zur Erde herabzuführen, und bloß an der Oberfläche der Erde endigen zu laſſen.

Da aber doch die Streitigkeiten über die beſte Geſtalt der Blitzableiter noch nicht beendigt waren, ſo

g) Leipz. Sammlung. B. II. S. 588.

h) Philoſoph. Transact. Vol. LXXII. P. 2.

i) Leipz. Sammlung. B. III. S. 93.

ſo unternahm es **Haldane**[k]), Verſuche anzuſtellen, um den Grund zu entdecken, weßhalb der Blitz Gebäude trifft, die mit Ableitern verſehen ſind.

Die Erſcheinungen bey der geladenen Glastafel belehrten uns, daß, wenn man eine dünne nichtleitende Fläche zwiſchen zwey leitenden, z. B. zwey Metallflächen, ſo legt, daß ſie über die Enden derſelben ringsum vorſteht, und die eine der Metallplatten dadurch iſolirt wird, während die andere in leitender Verbindung mit dem Fußboden ſteht, die Elektricität, welche man der iſolirten zuführt, ſich auf der ſie berührenden Oberfläche des Nichtleiters verbreitet, und zugleich die entgegengeſetzte Oberfläche, an welche die nichtiſolirte Metallplatte liegt, in einen entgegengeſetzten Zuſtand der Elektricität verſetzt. Beyde Zuſtände erhalten ſich gegenſeitig durch ihre benderſeitige Einwirkung auf einander; bey feſten Nichtleitern ſelbſt dann, wenn man die beyden leitenden Flächen von ihnen entfernt. Sobald man aber die beyden Metallplatten wieder an den Nichtleiter, und ſie unter einander in eine leitende Verbindung bringt, ſo verſchwindet ſogleich die Elektricität, entweder ohne Geräuſch, oder mit einem Knalle. Daß hierbey die atmoſphäriſche Luft die Stelle des Nichtleiters vertreten könne, ſey bekannt.

Hieraus dürfe man ſchließen, ſagt **Haldane**, daß der Blitz eine ſolche Entladung dünner, doch weit ausgedehnter Luftmaſſen ſey, die auf ähnliche Art elektriſirt wären. Ihre obere Fläche ſey in dem einen, ihre untere,

k) *Nicholſon's* Journal of natural philoſophy. Vol. I. p. 433. ſq.

untere, nach der Erde zu gerichtete Fläche, in dem entgegengeſetzten Zuſtande der Elektricität; und wenn dieſe geladenen Luftmaſſen über hohe Gebäude fortziehen, welche zwiſchen ihren beyden entgegengeſetzten Oberflächen eine leitende Verbindung abgeben, ſo erfolge die Exploſion des Blitzes. Im Augenblicke, da der Blitz in ein Gebäude einſchlage, könne ſich die untere Fläche der geladenen Luftmaſſe entweder über das ganze Gebäude, oder nur über einen Theil deſſelben, oder ſelbſt gar nicht darüber verbreiten, wenn nämlich das Gebäude nur als ein Theil zu dem gehöre, was die leitende Verbindung zwiſchen den beyden Flächen ausmache.

Um ſich nun hierüber durch Verſuche zu belehren, welche mit dem Blitze ſo nahe als möglich übereinkämen, erdachte er einen eigenen Apparat, durch welchen ſich dünne Luftſchichten laden und entladen ließen. Die Reſultate ſeiner Verſuche waren dieſe: daß es nicht ſowohl auf die Geſtalt und Conſtruktion der Blitzableiter, als vielmehr auf die jedesmalige Lage der untern Fläche der geladenen Luftſchicht gegen das Gebäude ankommt, ob der Ableiter ſeine Dienſte gehörig verrichten und das Gebäude ſichern werde.

Ob der Blitzableiter ſich in eine Spitze oder in eine Kugel endigen müſſe, ließ ſich aus ſeinen Verſuchen nicht leicht entſcheiden. Bey den großen Wirkungen in der Natur ſey dieſes wahrſcheinlich gleichgültig. Zu ſeinen Verſuchen hatte die Kugel 3 Zoll im Durchmeſſer, und die geladene Wolke höchſtens 70 Quadratzoll Oberfläche. Kämen dagegen mehrere große Schichten geladener Luft ins Spiel, ſo ſey in Vergleich mit ihnen eine 3 Zoll große Kugel nicht beſſer als eine Spitze. Da aber doch über dieſe Frage

ſey

ſey geſtritten worden, ſo wolle er ſie aus den Reſultaten ſeiner Verſuche zu entſcheiden ſuchen.

Nach ein Paar Verſuchen zu urtheilen, seyen die Spitzen den Kugeln bey Blitzableitern vorzuziehen: ſie wirken auf größere Entfernungen, und vernichten die Wirkung des Blitzes ohne Exploſion, welche bey Kugeln immer ſtatt habe, und ſtets mit einiger Gefahr verbunden ſey. Ein anderer Verſuch zeige aber, daß eben dieſe Wirkung der Spitzen in größern Fernen den Blitz deſto mehr nach dem Gebäude zulenke, und in ſo fern möchte es ſcheinen, daß Kugeln den Spitzen vorzuziehen wären. Bedenke man hingegen, daß die meiſten Metalle in den Gebäuden zugeſchärft oder zugeſpitzt wären, und daß ſie gerade wie die Spitzen auf den Ableiter wirkten, ihr Wirkungskreis alſo vielleicht weiter als der des Ableiters mit Kugeln reiche; daß ferner die Höhe einer Spitze, in Vergleichung der ganzen Ausdehnung, wohl zu geringe ſey, um die Gefahr, vom Blitze getroffen zu werden, merklich zu erhöhen; ſo ſcheine es doch, als dürfe man von Ableitern, welche ſich in Spitzen endigen, ſich einen beſſern Erfolg als von Ableitern mit Kugeln verſprechen.

Dieſe Betrachtungen über die Wirkungen verſtärkter Elektricität hat Haldane bisher mit Fleiß auf einzelne Gegenſtände eingeſchränkt; allein er bemerkt, daß ſie in der Natur einen viel größern Raum an einem Gebäude einnehmen und ſich auf ihn verbreiten könne. Der Blitz, der einen Gewitterableiter treffe, könne längs denſelben, ohne dem Gebäude Schaden zu thun, zur Erde herabgehen; allein wenn er in Berührung mit der Erde gekommen ſey, werde er ſich deßhalb noch nicht ſogleich zerſetzen. Das finde nur da ſtatt, wo er mit entgegengeſetzter Elektricität ange-

langt ſey; und finde er nicht gute Leiter auf dieſem Wege, ſo könne er dabey noch großen Schaden anrichten.

Man pflege den Schaden, der in einiger Entfernung von dem Platze angerichtet werde, in welchen der Blitz eingeſchlagen habe, aus Gründen der Franklinischen Theorie dem ſogenannten Rückſchlage zuzuſchreiben. Mit einer wenigſtens gleichen Wahrſcheinlichkeit laſſe er ſich davon ableiten, daß der Platz in dem Wege lag, den der Blitz von einer der Oberflächen der geladenen Luftſchicht zur entgegengeſetzten genommen hat.

Gegen Haldane's Erklärung über das Einſchlagen des Blitzes in Häuſer mit Ableitern bemerkt von Arnim[1]), der einzelne Funke, der an einer Flaſche mit zerſchnittenem Stanniol zu den einzelnen Stückchen Stanniol übergehe, könne kein Metall ſchmelzen, wenn auch die ganze Ladung es thue, eben ſo wenig ſcheine der geringe Funke, der dem Hauſe das elektriſche Gleichgewicht wieder gebe, die mächtigen Wirkungen des ganzen Blitzes hervorbringen zu können. Vielleicht, meint er, wären die von Haldane angeführten Beyſpiele ſo beſchaffen geweſen, daß die Blitzableiter an der Erde iſolirt geweſen wären, ſo daß der Blitz in einem Theile des Hauſes eine beſſere Halbleitung gefunden habe. Was aber die gleichzeitigen Blitzeinſchläge an zwey verſchiedenen Orten betreffe, ſo ſcheine etwas dem ähnliches vorzugehen, was Aldini an halb belegten Flaſchen beobachtet habe. Wenn eins der beyden Häuſer durch eine Wolke poſitiv elektriſirt werde, ſo werde das andere negativ und elektriſirt

1) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. VI. S. 116.

triſire die über ihm ſtehende Wolkenſchicht poſitiv; entladeten ſich nun jene, ſo entlade ſich auch dieſe. Solche abwechſelnde poſitive und negative Zonen der Erde ſcheine auch der Wechſel des Elektrometers zwiſchen poſitiver und negativer Elektricität auszudrucken, ſo wie das örtliche Einſchlagen der Gewitter ſich ſehr wahrſcheinlich aus der Leitungsfähigkeit des Bodens und daher entſtehender Geneigtheit zu dieſer Vertheilung erklären laſſe.

Reimarus hat Haldane's Gründe einer noch nähern Unterſuchung unterworfen. Er bemerkt, daß dasjenige, was Haldane von der Ladung einer Luftſchicht mit einer ſehr zuſammengeſetzten Zurüſtung undeutlich und unvollkommen zeige, Kirchhoff's ſchwebende Tafel viel einfacher, begreiflicher und anpaſſender vorſtelle. Es werde dabey auch noch mehr, als Haldane's Zurüſtung zeigen könne, dargeſtellt, nämlich die Anziehung des gegenſeitig elektriſirten Körpers. Die Sache ſey aber in ſo weit richtig gefolgert: daß durch einen elektriſirten Körper ein anderer gegen über befindlicher, durch einen zwiſchenliegenden Nichtleiter abgeſonderter, in die entgegengeſetzte Elektricität verſetzt wird, daß dieſes folglich bey einer elektriſirten Wolke und der darunter befindlichen Oberfläche der Erde mittelſt der darunter befindlichen Luftſchicht geſchieht, und daß der Bliz gleich dem Schlage iſt, welcher von der einen Elektricität zur gegenſeitigen durchbricht.

Gerade ſo hatte es auch Reimarus vorgeſtellt, und dadurch die Meinung einer zuvor hier oder da in der Erde vorhandenen gehäuften Elektricität, oder eines allgemeinen Elektricitätsbehältniſſes in der Erde, widerlegt. Elektricität könne ja nur an einem durch

Nichtleiter abgeſonderten Körper angehäuft werden. Das ſey die Wolke mittelſt der Luft, nicht aber die Erde, welche überall ein, wiewohl unvollkommen, zuſammenhängender Körper ſey. Er folgerte daher daraus, daß die Elektricität ſich an der Oberfläche der Erde nur ſo weit erſtrecke, als die Ladung der Luftſchicht unter der Wolke darauf wirkt, und daß ſie von einer Stelle zur andern übergehe, ſo wie die Wolke ſich darüber hinweg begibt.

Haldane ſollte, ſagt Reimarus, den einfachen Funken auch nicht als eine weſentlich verſchiedene Erſcheinung anſehen; es ſey derſelbe Fall mit dem Entladungsſchlage, nur im Kleinen; denn auch hier werde der gegenüberſtehende durch die Luft abgeſonderte Körper immer zuvor, ehe der Funke durchbreche, in gegenſeitige Elektricität verſetzt. Haldane verſehe ſich im Ausdrucke, wenn er ſage, die untere Fläche der geladenen Luftſchicht ſchwebe über den Gebäuden. Allein dieſe untere Fläche liege ja, wie er ſelbſt ſage, auf der Erde und den darauf hervorſtehenden Körpern. Die untere Fläche der Wolke hingegen liege auf der Oberfläche der geladenen Schicht. Die Wolke ſtelle alſo die eine Belegung, und die Erdoberfläche die gegenſeitige vor. Der Durchbruch der einen zur andern geſchehe ja auch ſelbſt bey unſern Verſuchen, zuweilen mitten durch eine Glasſcheibe oder Flaſche, da, wo ſich eine ſchwache Stelle darin befindet; noch leichter alſo durch einen flüſſigen Körper, wie die Luft ſey. Es ſey alſo, gleichwie einerſeits die verſchiedene Hervorbringung der Körper auf der Erde, ſo andrerſeits die verſchiedene Lage und Geſtalt der Wolken, als Belebung der obern Fläche jener Luftſchicht, welche Anlaß gebe, daß der Schlag eher hier als dort durchbreche.

breche. So könne alſo die Wolke nicht allein mit einem Ende niedriger hängen, ſondern auch eine ungleiche Unterfläche haben und folglich der Zwiſchenraum der Luftſchicht irgendwo dünner ſeyn, und daher ein Anlaß zum Durchbrechen des Strahls an dieſer oder jener Stelle entſtehen. Ferner könne auch, wenn gleiche Anlockung von oben oder von unten vorhanden ſey, entweder ein getheilter Strahl auf mehr als einen Gegenſtand fallen, oder es könne aus der über einer weiten Strecke verbreiteten Wolke an verſchiedenen Stellen zugleich ein Ausbruch geſchehen. So ereigneten ſich zuweilen gleichzeitige Schläge auf ein Paar von einander entfernte Thürme.

Eine abſeiten der Gegenelektricität hervorragende Spitze erleichtere den Durchbruch. Dieſer erfolge daher in größerer Entfernung als die Schlagweite von einem ſtumpfen Körper ſeyn würde; er geſchehe auch allmählig und ohne Schlag, wenn nur eine geringe und allmählige Anhäufung von Elektricität vorhanden ſey. Aber ſelbſt bey unſern Verſuchen ſähen wir ſchon, daß, wenn die Elektricität beträchtlich, oder wenn ſie nicht ganz langſam geſammelt oder genährt worden, auch auf ſcharfe Spitzen merkliche, ja wohl noch ſtärkere Schläge als auf ſtumpfe Körper erfolgten. Es wäre alſo ſehr übereilt, daß man ſich vorſtelle, metallene Spitzen würden vermögend ſeyn, die ungeheure Ladung einer Wetterwolke ohne Schlag im Stillen abzuleiten. Noch ſonderbarer ſey es, daß Manche, ungeachtet ſchon mehrere Erfahrungen von Wetterſchlägen auf zugeſpitzte Leiter das Gegentheil gezeigt hätten, noch auf dieſer Einbildung verharrten. Daß der gewünſchte Vortheil der allmähligen Ableitung durch eine Spitze bey Gewittern nicht zu erwarten ſey,

zeigten die angeſchmolzenen metallenen Spitzen; der Nachtheil aber, die Anlockung aus größerer Entfernung, bleibe bey der großen Ladung wie bey der geringen.

Der Unterſchied eines größern oder geringern Abſtandes eines Metalls von der Wolke ſcheine zwar bey der großen Entfernung wenig zu betragen; die Erfahrung lehre aber doch, daß es, bey übrigens gleichen Umſtänden, allerdings darauf ankomme, und daß der Blitz ſowohl ſeinen erſten Anfall, als auch die Sprünge, welche er unterwegs macht, wo oft der Unterſchied des Abſtands ſehr geringe ſey, offenbar darnach richte. Wenn aber Haldane meine, daß neben einem zuſammenhängenden Ableiter andere Stellen im Gebäude, wo ſich etwa zugeſpitzte Metalle befänden, gleichwohl getroffen werden könnten, wenn ſich die geladene Luftſchicht oder Wetterwolke darüber hin erſtrecke, ſo habe er ſich die Umſtände des Durchbruchs vom Blitze nicht recht vorgeſtellt. Die Ladung an der Unterfläche der Wetterwolke, und folglich die entgegengeſetzte Elektricität an der Erde, ſey zwar weit und breit ausgedehnt; aber jene ſowohl als dieſe müßten doch, wie die Erfahrung zeige, zuſammenhängende Leiter vorſtellen, und alſo, gleich wie die Belegungen unſerer Flaſchen bey dem Durchbruche an einer Stelle, eine Entladung der ganzen Fläche verurſachen. Wäre dieß nicht, haftete die obere Elektricität nur zerſtreut als an einem Nichtleiter ohne Belegung, ſo müßten, gleich dem Funken von einer geriebenen Glas- oder Harzſcheibe, von jeder Stelle beſondere Blitze ausfahren; es müßte alſo von der ganzen Unterfläche der überhin ziehenden Wolke ein dichter Regen von Feuerſtrahlen auf die Erde herabſtürzen. Glücklicherweiſe

weiſe ſey es aber nicht ſo beſchaffen; die Wolke werde durch einen Schlag oder Durchbruch fürs gegenwärtige entladen, und brauche erſt einige Minuten, um wieder aufs neue Elektricität aus der Luft zu ſammeln. Zugleich werde alſo auch die verhältnißmäßig in gegenſeitige Elektricität verſetzte Oberfläche der Erde überall entladen.

Dieſes habe Haldane nicht deutlich erwogen, da er meine: 1. die Entladung durch den Ableiter wirke nur dann im Umkreiſe, wenn die untere Fläche der geladenen Luftſchicht ſich über keinen Theil des Gebäudes weiter erſtrecke, und 2. ſie fände nur da ſtatt, wo der Blitz mit entgegengeſetzter Elektricität in Verbindung käme, ſonſt würde er fortwirken, bis er an den Ort der entgegengeſetzten Elektricität gelangt wäre. Was das erſte betreffe, wie könnten wir uns den Umkreis der Gewitterentladung irgend ſo eingeſchränkt vorſtellen, daß ſie ſich nur über eine gewiſſe Stelle des Gebäudes, wo der Ableiter läge oder nicht läge, erſtreckte? Ein anderes ſey es mit dem Durchbruche oder Blitzſchlage. Dieſer, wie geſagt, brauche nur auf einer Stelle, wo ſich die Veranlaſſung dazu finde, zu entſtehen, ſo würden, wie bey unſern Flaſchen, beyde entgegengeſetzte Flächen entladen; ſonſt müſſe ein Gebäude von jeder darüber ſchwebenden Wetterwolke immer überall getroffen werden. Was das zweyte anlange, ſo ſey es ja, ſeiner eigenen Vorſtellung nach, allemal die Urſache und Wirkung eines Schlags, daß der Blitz zur entgegengeſetzten Elektricität gelange, die er alſo nothwendig dort, wo er durchbreche und hintreffe, ſuchen und finden müſſe.

Endlich unterſucht Reimarus, in wie fern ein Ableiter nach zuverläſſigen Beobachtungen und Folge-

rungen Schutz gewähre. Daß der Blitz eine zur Erde führende Strecke Metall, ſie möge zufällig vorhanden oder mit Fleiß angelegt ſeyn, vorzüglich ergreife und ſich daran halte, daß er von andern Körpern, die ihm mehr Widerſtand darbiethen, abgeleitet werde, ſey doch jetzt nicht mehr eine bloße nach elektriſchen Verſuchen gemachte Vorausſetzung, ſondern ſchon durch vielfältige Erfahrungen genugſam beſtätigt. Wir müßten aber nicht vergeſſen, den ganzen Weg, welchen der Blitz von der Wolke bis zur Erde, als ſeinem Ziele, zu durchlaufen habe, in Erwägung zu ziehen. Er ſtreife nämlich nicht ins Blinde umher, oder ſuche nur hie und da ein Stück Metall auf, ſondern er nehme nur diejenigen in ſeiner Bahn mit, welche ihn am leichteſten zu ſeinem Ziele führten. Ueberhaupt aber müſſe dieſe Bahn nothwendig dahin gehen, wo in dem ganzen Wege zwiſchen der Wolke und der Erde die Summe des Widerſtandes durch die Summe der anlockenden Körper überwogen werde. Darnach ließen ſich die verſchiedenen Fälle beurtheilen.

1. Der Blitz würde alſo ſicherlich dem Ableiter folgen, wenn er ihn erreicht hätte. Wenn aber irgend eine andere vom Ableiter beſchützte Stelle eines Gebäudes getroffen werde, ſo könne dieſes nur da geſchehen, wo der Widerſtand der Körper, welche er in dem Wege zur Erde zu durchdringen hatte, weniger betrug, als wenn der Strahl durch die Luft weiter hin den Ableiter zu erreichen geſucht hätte. So z. B. wenn die Wolke von der andern Seite herkomme, beſonders, wenn ſie einer vorſtehenden Ecke entgegenkomme, und wenn der Strahl daſelbſt noch eine gute Strecke Metall zur Herableitung finde. Bey ſolchen Fällen war die Ableitungsſtange nicht mitgetroffen. Doch läugne er nicht, daß es auch da, wo die beſagten

Um-

Umſtände ſich das Gleichgewicht hielten, mittelſt eines getheilten Strahls geſchehen könne. Aus eben dergleichen Urſachen, vielleicht auch mittelſt eines tief herabhängenden Zipfels der Wolke, oder einer Zwiſchenwolke, könne auch ein anderes niedrigeres Gebäude in einiger Entfernung von dem Ableiter getroffen werden. Genug, man könne doch ein Gebäude von allen Enden beſchützen, wenn man nur, wie in Hamburg geſchehe, den ganzen Forſt mit einem Metallſtreifen bedecke, der zu dem Ableiter hinführe, und alſo dem Strahle, er möge auffallen, wo er wolle, eine unſchädliche Leitung zur Erde darbiethe. Darin aber habe man es in Amerika und England verſehen, daß man zu viel auf die Anlockung einer zugeſpitzten Auffangeſtange gebauet, und die Sicherung anderer Enden des Gebäudes verſäumt habe.

2. Obwohl der Blitz ſicherlich einem Ableiter, der bis zur Erde herabgeht, folge, ſo ſey es doch möglich, wenn dieſer nicht von zureichendem Umfange ſey, daß noch ein Theil des Strahls einen Nebenweg ſuche. Dieß geſchehe zwar nicht da, wo er auch zu vielen Widerſtand antreffe; denn ſo fänden wir, daß er ſich auch oft an ſehr dünne Metalldräthe, welche ſelbſt dadurch verzehrt wurden, im ganzen Wege gehalten habe, ohne davon abzuſpringen oder durch Holz und Mauerwerk zu fahren; auch vertheile er ſich nicht auf andere nahe, wenn gleich größere Metalle, die ihm nicht in Fortſetzung ſeiner Bahn zur Erde dienten. Wenn aber neben dem Ableiter noch ein anderes zur Erde führendes, zumal vorzüglicheres Metall ſo nahe vorhanden ſey, daß er es ohne zu vielen Widerſtand, nach Verhältniß ſeiner Stärke, erreichen könne, ſo ſpringe wohl ein Theil des Strahls dahin von dem Ableiter ſeitwärts ab; denn wie ſich vermuthen laſſe, und

wie

wie auch die Spuren gezeigt hätten, ſey doch der Bliz nicht ganz vom Ableiter abgewichen, ſondern das Uebrige des Strahls ſey demſelben, ſo wie ſonſt, bis zur Erde herabgefolgt.

3. Wenn der Strahl nun zur Erde, als ſeinem Ziele, gelangt ſey, ſo breite er ſich allerdings auf der Fläche aus, welche nach Verhältniß der Wolke in die gegenſeitige Elektricität verſezt wäre. Die Leitung ſey hier freylich etwas unvollkommen oder unzuſammenhängend. Daher könne man oft dem Wege der Flamme nachſpüren. Auf gepflaſtertem, zumal feuchtem Boden, pflege alsdann der Strahl nur an der Oberfläche weiter zu fahren und einen Schein ſehen zu laſſen; auf offenem Felde aber reiſſe er auch wohl Furchen ein und ſprenge den Raſen auf, indem er ſich unter demſelben in der Feuchtigkeit ausbreitet. Die Wirkung einer ſolchen Ausbreitung des Strahls ſey und bleibe indeſſen da, wo die gegenſeitige Elektricität gelagert geweſen wäre, d. h. an der Oberfläche der Erde. Wo der Bliz durch Feuchtigkeit, oder durch Metall, etwas unter die Oberfläche hineingelockt werde, da verurſache er eine Aufſprengung des Bodens; keineswegs ſollten wir alſo das Ende unſerer Ableiter in die Erde, oder, wie Haldane meint, bis unter die Grundmauer des Gebäudes einſenken. An der Oberfläche könne der ſich ausbreitende Bliz ein und anderes vernichten. Menſchen, die ſich in dem Umfange befänden, würden zwar erſchüttert, ihnen zuweilen auch die Schuh aufgeriſſen und die Füße etwas verſengt, aber erſchlagen würden ſie nicht. Der Bliz fahre nicht wieder aufwärts zur Wolke; die bloße Rückkehr der Gegenelektricität zu ihrem Gleichgewicht ſey unbedeutend, und gebe keinen Rückſchlag. Von dieſem ſeltenen Falle, dem Rückſchlage, der durch eine

Neben-

Nebenwolke entſtehen könnte, habe man ſich ganz irrige Vorſtellungen gemacht.

Indeſſen glaubte Wolff [m]) in Hannover, daß man ganz mit Unrecht und gegen alle Principien der Elektricitätslehre die Auffangeſtangen abſchaffen, und bloß zu Blitzableitern breite Metallſtreifen, beſonders von Bley, empfehlen wollte. Seine Gründe ſind kürzlich dieſe:

1. Auffangungsſtangen machen das Gebäude höher. Sie könnten alſo bey einer gut geordneten Ableitung die Gefahr des Blitzes von dieſem Gebäude früher abführen, als die Gefahr die niedrigern in beſtimmter Entfernung umherſtehenden Gebäude erreichen werde. Dieſe letztern Gebäude wären jetzt als verſenkte Spitzen anzuſehen, die, wie bekannt, ihre ſonſtige vorzügliche und bemerkenswerthe Eigenſchaft in der Elektricität gänzlich verlören. Wenn daher Blitzableiter das Gebäude, woran ſie angelegt worden, beſchützen könnten, ſo könnten hohe, mit ihnen verbundene Auffangungsſtangen vielleicht auch benachbarte Gebäude, die, jene Auffangungsſtangen abgerechnet, niedriger ſind, als das mit der Ableitung verſehene Gebäude, mit beſchützen.

2. Das edle Metall leitet die Elektricität am beſten. Gold könnten wir nun zu Blitzableitern nicht nehmen; aber dürften wir nun gerade das Bley, das geringſte Metall, dazu wählen, welches unter allen Metallen die nachläſſigſte elektriſche Leitungsfähigkeit beſitze? Dafür, heißt es, mache man das Bley breit. Wenn aber die angehäufte elektriſche Materie in ihrer Bahn durch ſchlechtere Leiter, als diejenigen ſind, die ſie zu- oder abführe, aufgehalten werde, ſo werde die Aus-

m) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. VIII. S. 27 f.

Ausbruchskraft der Elektricität vermehrt; auch ſogar alsdann, wenn der Raum, den ſie im ſchlechtern Theile des Leiters einnimmt, ungleich größer ſey, als der Raum im guten Leiter, der ſie zu- oder abführen könne. Dieß bewieſen unzählige gewaltſame Wirkungen des Blitzes, und dieſes zeige auch der Verſuch der Entzündung des Schießpulvers, indem vorher der merkliche Entladungskreis durch Waſſer unterbrochen worden, ſehr beſtimmt.

Endlich führt Wolff verſchiedene Verſuche an, welche beweiſen ſollen, daß weder Blitzableiter mit ſpitzigen oder mit einer Kugel verſehenen Auffangungsſtangen, noch Metallſtreifen das Gebäude vor dem Blitz gänzlich ſichern können.

Reimarus [n]) beantwortet Wolff auf eine ſehr beſcheidene und gründliche Art. Er bemerkt ganz richtig, daß wir uns gar nicht darum bekümmern dürfen, was die Materie des Blitzes ſey, und was für Hypotheſen man darüber aufgeſtellt habe; es ſey genug, wenn wir nur ſeine Wirkung wohl beobachteten, und darnach unſere Anſtalten einrichteten. Eine ziemliche Anzahl von Wetterſchlägen ſey doch ſchon geſammelt, und nach dem, was daraus erhelle, könnten wir auch die Fragen, auf welche es ankomme, zuverſichtlich entſcheiden.

1. Leiſtet eine zuſammenhängende Strecke Metall, welche von oben bis unten außen an das Gebäude angebracht iſt, wirklich den gehofften Nutzen, den Blitz daran herab und vor dem Gebäude vorbey zu leiten?

Dieß, glaubt Reimarus, ſey doch die Hauptſache, und ſie ſey durch manche Erfahrungen nunmehr genug-

n) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. IX. S. 468 f.

genugſam außer Zweifel geſetzt. Auch der Erfolg von Wolff's elektriſchen Verſuchen ſtimme damit überein; er wiſſe alſo nicht, wodurch dieß ſchwankend gemacht würde. Eine ſolche Zurüſtung ſey und bleibe folglich mit gutem Grunde empfehlungswürdig.

2. Sind wir aber durch unſere Blitzableiter völlig geſichert? Wäre nicht eins und das andere daran auszuſetzen?

Wir beobachteten und lernten freylich noch immer mehr durch manche beſondere Umſtände, die ſich bey verſchiedenen Wetterſchlägen ereigneten, und durch ſolche Beobachtungen unterrichtet würden wir auch ferner ſuchen, dieſe Anſtalt noch immer vollkommener zu machen. Indeſſen bringe das, was ſchon geleiſtet und durch Erfahrung bewährt worden, doch gewiß ſchon ſo ausnehmenden Vortheil, den unſere Vorfahren vor Franklin's Zeit von unſchätzbarem Werthe gehalten haben würden.

Die Bedenklichkeiten, welche nun Wolff gegen unſere Blitzableiter vortrage, ſeyen: 1. ob es genug ſey, nur die obern Hervorragungen des Gebäudes mit Metall zu bedecken, ohne daneben eine zugeſpitzte Stange zu errichten?

Daß der Blitz dergleichen Bedeckungen, ohne Schaden zu verurſachen, treffe und daran herabgeleitet werde, hätten Erfahrungen gezeigt. Es ſey alſo doch wenigſtens beſſer, ſo zu verfahren, als im Gegentheil nur eine Auffangungsſtange ohne eine ſolche Bedeckung des Forſtes u. ſ. f. anzubringen, wovon wir ſchon aus verſchiedenen Wetterſchlägen die Unſicherheit gelernt hätten. Jener Rath wäre aber immer nützlich für diejenigen, denen die Errichtung der Stange zu viel Schwierigkeit machen würde; ingleichen, wenn die

die Mitbürger noch glaubten, daß ein Ableiter doch der Nachbarſchaft ſchaden könne, und man alſo ſein Gebäude gern, ohne Aufſehn zu erregen, beſchützen wollte. Er habe indeſſen nicht vergeſſen, zu erinnern, daß die Auffangungsſtange doch allemal den Nutzen habe, einen Anfall des Blitzes vom Gebäude etwas entfernt zu halten, und daß ſie deßwegen auf Strohdächern nothwendig ſey, hier aber ja nicht ſcharf zugeſpitzt seyn müſſe, damit nicht von der Anſchmelzung glühendes Metall herabträufeln möchte.

Was Wolff's Verſuche betreffe, ſo bewieſen dieſe doch ſo viel, daß der Blitz wirklich der Metallleitung folge, und daß er das Gebäude nur alsdann beſchädigen konnte, wenn die Ableitung wegen zu großer Schwäche beſchädigt war. Es ſey daher vorzüglich folgende Vorſichtsregel zu empfehlen, daß man den Ableiter nicht zu ſchwach machen müſſe.

Dann mache Wolff Bedenklichkeiten 2. wegen der Ableitung durch Bleyplatten, weil Bley ein ſchlechterer Leiter als anderes Metall ſey. Allein Reimarus bemerkt, daß eine vielfältige Erfahrung zeige, daß der Blitz an einer ſogar unterbrochenen Strecke Bley von etwa 4 Zoll Breite, welche hier und da zufällig an Dachrinnen, Geſimſen u. ſ. w. angebracht geweſen, ohne Schaden herabfahre, den Streifen nur beym Zu- und Abſprunge, ſo wie auch bey andern Metallen geſchehe, etwas weniges anſchmelze, übrigens aber nicht einmal abreiße, viel weniger zerſtöre. Nun habe aber das Bley andere beträchtliche Vortheile vor den feinern Metallen, nämlich daß es nicht glühend werde, daß man längere Strecken davon erhalten, und daß man die Zuſammenfügungen ganz dicht an einander treiben könne. Alſo ſey zu Blitzableitern

tern die Anwendung der Bleyſtreiſen, von der Dicke des gewöhnlichen Dachrinnenbleys und von 4 Zoll Breite und darüber, gar nicht zu verwerfen.

Bey dieſer Gelegenheit empfiehlt Reimarus noch einige Vorſichtsregeln, welche er aus wirklichen Erfahrungen einiger Wetterſchläge herleitet.

1. Ein Blitzableiter kann ſelbſt bey gehöriger Stärke durch Auseinanderſprengung ſeiner Theile ſo zerſtört werden, daß das Gebäude bey einem künftigen Wetterſchlage unbeſchützt gelaſſen wäre. Deßwegen gibt er den Rath, daß man die Stücke, wenn es Kupferplatten ſind, mit doppelten Falzen und durch Vernietung wohl verbinden laſſe. Bleyplatten laſſen ſich ſchon mit einem einfachen Falze wohl zuſammentreiben, und mit Nägeln anhalten. Da nun auch kein Roſt dazwiſchen entſtehe, ſo wird auch damit eine Abſprengung vermieden.

2. Sey es auch eine beſondere Vorſicht, den Ableiter von innern Strecken Metall, Klingeldräthen, eiſernen Ofenröhren u. ſ. f. ſo viel möglich entfernt anzulegen. Ueberhaupt aber ſoll man ja die Strecke Metall, welche zur Ableitung dienen ſoll, lieber zu breit als zu ſchmal machen.

3. Auch ſey es nicht rathſam, den Ableiter nahe an ſehr verbrennlichen Dingen, zwiſchen Heubüſcheln u. dergl. herabgehen zu laſſen.

4. Endlich ſey es auch anzurathen, entzündliche Dinge vom Ende des Ableiters zu entfernen, und dieſes Ende nicht zu enge einzuſchließen, ſondern in genugſam freyem Raume an der Oberfläche des Bodens liegen zu laſſen.

Entdeckter Galvanismus.

Dieſe Entdeckung, welche, wie mehrere andere, zufälliger Weiſe gemacht wurde, war unter ſolchen Um-

Umſtänden gemacht, daß man anfänglich in ihr einen Beweis von der Meinung einiger Phyſiker, daß nämlich in dem thieriſchen Körper eine ſchon von Natur erregte Elektricität gegenwärtig ſey, zu finden glaubte. Daher nannte man auch dieſe Entdeckung nicht allein von dem Erfinder, Galvani, Galvanismus, ſondern auch thieriſche Elektricität. Aloyſius Galvani, Profeſſor der Arzneykunde zu Bologna, präparirte nämlich in einem Zimmer, in welchem ſich andere Perſonen mit der Elektricität beſchäftigten, einen Froſch, und in dem Augenblicke, da er eben mit ſeinem Scalpell einen Nerven des Froſches berührte, wurde von Jemanden ein elektriſcher Funke in einiger Entfernung aus einer elektriſirten Kette gezogen, und ſogleich zog ſich der ganze Körper des Froſches convulſiviſch zuſammen.

Noch vor der Galvaniſchen Entdeckung findet man eines beſondern Umſtandes erwähnt, welcher mit dem Galvanismus in Verbindung zu ſtehen ſcheint. Es erzählt nämlich D. Cotugno o), Prof. der Anatomie zu Neapel, daß er zwiſchen ſeinen Füßen eine junge Hausmaus bey der Haut auf dem Rücken ergriffen, und dieſelbe ſo gewandt habe, daß die untere Seite aufwärts gekommen ſey. Als er ſie nun in dieſer Lage lebendig anatomiren wollte, und den erſten Schnitt in den Bauch machte, ſo bewegte die Maus ihren Schwanz und ſchlug damit ſo heftig an ſeinen dritten Finger, daß er zu ſeinem größten Erſtaunen durch den linken Arm bis an den Hals eine Erſchütterung fühlte, welche mit einem innern Zittern, einer ſchmerzhaften Empfindung in den Armmuskeln, und einem ſolchen Schwindel in dem Kopfe begleitet war, daß er für

o) Gothaiſches Magazin. B. VIII. St. 3. S. 121.

für Schrecken die Maus fallen ließ. Der Krampf im Arme dauerte über eine Viertelſtunde, und er konnte nachher ohne Schaudern nicht an dieſen Vorfall denken. Es war ihm vorher gar nicht eingefallen, daß ein ſolches Thier elektriſch ſeyn könne; allein durch dieſen Vorfall glaubte er ſich davon überzeugt zu halten. Dieſer Brief war datirt vom 3ten Octob. 1784.

Nachdem nun Galvani ſeine merkwürdige Entdeckung an dem präparirten Froſche gemacht hatte, ſo gab ihm dieß Veranlaſſung, noch mehrere Verſuche anzuſtellen, die er in einer eigenen Schrift beſchrieben, und zugleich eine eigene Theorie über dieſen Gegenſtand entworfen hat [p]).

Wenn er die Nerven eines getödteten und abgezogenen Froſches in eine elektriſche Atmoſphäre brachte, ſo entſtand ein Zuſammenziehen der Muskeln mit einer zitternden convulſiviſchen Bewegung, und dieß ließ ſich einige Stunden nachher wiederholen.

Der Froſch mochte mit dem elektriſirten Körper wirklich in Berührung gebracht werden, oder nicht, er mochte ſelbſt den Funken erhalten, oder nicht, ſo erfolgten immer jene Bewegungen, wenn nur eine gewiſſe Menge elektriſcher Materie hindurchging, welches bloß durch einen Druck oder Bewegung der elektriſchen Atmoſphären geſchah.

Alle

p) De viribus electricitatis in motu muſculari commentarius. Bon. 1791. 4. Galvani, Abhandlung über die Kräfte der thieriſchen Elektricität auf die Bewegung der Muskeln, nebſt einigen Schriften der Herren Valli, Carminati und Volta; von D. Joh. Mayer. Prag 1793. 8.

Alle dieſe Erſcheinungen nahm er auch bey andern eben ſo präparirten Thieren wahr. Er war ſelbſt neugierig zu erfahren, ob die atmoſphäriſche Elektricität auf die präparirten Gliedmaßen den nämlichen Einfluß hätte, als die künſtliche Elektricität der gewöhnlichen Elektriſirmaſchinen. Zu dieſer Abſicht führte er einen Leiter von der Spitze eines Hauſes bis zu dem präparirten Thiere, welches bald in freyer Luft auf einem Tiſche lag, bald in einem gläſernen Recipienten eingeſchloſſen war. Bey dieſer Vorrichtung thaten Blitz und Donner die nämliche Wirkung, wie die Funken aus der Elektriſirmaſchine. Es wurde eben dieß Zuſammenziehen bemerkt, welches nach der Entfernung und Stärke des Blitzes bald ſtärker bald ſchwächer war. Hierbey wurde nun noch der beſondere Umſtand wahrgenommen, daß ſich die Gliedmaßen nicht bey jedem Donnerſchlage einmal zuſammenzogen, ſondern mit einer gewiſſen Art von Zittern oder auf einander folgenden Verzuckungen befallen wurden, welche der Zahl nach dem wiederholten Getöſe des Donners gleich waren; ein Beweis, daß das Rollen des Donners von keinem Echo, wie man ſonſt glaubte, herrühre.

Noch auffallender war es ihm, daß er dieſelben Bewegungen, dieſelben Verzuckungen u. ſ. f. faſt eben ſo lange an todten als an lebenden Thieren ohne Hülfe von anſcheinender Elektricität hervorbrachte. Er trennte nämlich bey einem getödteten Thiere einen Nerven von den Theilen, die ihn umgaben, hierauf entblößte er die Muskeln, welche zu jenem Nerven gehen, von der Haut, nahm ſodann ein Stück Metall, z. B. einen Drath, und berührte mit dem einen Ende deſſelben den Nerven und mit dem andern die Muskeln

keln, und fand, daß ſich die Muskeln eben ſo bewegten, als wenn eine gewiſſe Menge Elektricität durch ſie hindurchgegangen wäre. Alle dieſe Erſcheinungen erfolgten, das Präparat mochte auf einem iſolirten Geſtelle liegen, oder mit der Erde in Verbindung ſtehen. Wurde hingegen die Verbindung zwiſchen dem Nerven und den Muskeln nicht durch Metall oder andere Leiter der Elektricität, ſondern durch nichtleitende Körper, z. B. Glas, Siegellack, Oel u. ſ. bewerkſtelligt, ſo wurde keine Bewegung wahrgenommen.

Auf dieſen und mehreren andern Thatſachen gründete Galvani eine neue Theorie der Muskelerregung durch Metallreitz, welche er mit vielem Scharfſinn darſtellte, die aber durch nachherige Erfahrungen als nicht genügend anerkannt wurde. Er nahm nämlich an, daß die Muskeln gleichſam geladene Flaſchen wären, deren Inneres + E, die äußere Oberfläche hingegen − E beſitze. Nach ihm vertreten die Nerven die Stelle der Leiter, welche das + E des Innern zu der äußern Fläche führen, auf welcher es im Augenblicke der Wiederherſtellung des Gleichgewichts Reitz und Zuſammenziehung erregen ſoll. Dabey nimmt er aber auch an, daß zwar die innern Theile der Nerven aus einer leitenden Subſtanz beſtehen, die auswendigen aber von einer iſolirenden Materie umgeben ſind, welche jedoch unter günſtigen Umſtänden den Uebergang der elektriſchen Materie nicht hindere.

Galvani's Verſuche wurden ſehr bald in Italien nachgemacht und fortgeſetzt. Einer der erſten, welcher ſich damit beſchäftigte, war Euſebius Valli, Arzt zu Piſa q). Er machte ſeine Erfahrungen im Jahre

q) Journal de phyſique. Tom. 41.

Jahre 1792 der damaligen Akademie der Wiſſenſchaften bekannt, welche ſie nicht allein mit vielem Beyfall aufnahm, ſondern ſich auch einen Bericht darüber erſtatten ließ. Valli fand, daß Thiere, welche kaltes Blut beſitzen, beſonders Fröſche, ſehr anhaltend dieſe Art der Erregbarkeit beſitzen; z. B. Fröſche 10 Stunden lang; ſolche Thiere hingegen, welche warmes Blut haben, ſelten über eine Stunde hinaus. Ferner bemerkte Valli, daß das Unterbinden der Nerven, nicht aber der Arterien, den Reitz des Metalls vernichte, daß in der Regel die Zuckungen ſtärker ſind, wenn der Excitator zuerſt auf die Muskeln geſetzt, und von hier aus mit der Nervenarmatur verbunden wird, da im Gegentheil der Erfolg ohne alle Wirkung iſt. Auch nahm Valli Galvaniſche Wirkungen an Thieren wahr, welche eines unnatürlichen Todes geſtorben waren, wobey ihn Moſcati unterſtützte. Thiere, welche durch Ausſtreuung von Opium auf das Gehirn, durch Anwendung von gepulvertem Schnupftaback, durch Vergiftung mit Schierling und Arſenik, und durch Erſtickung im Waſſerſtoffgas und Stickgas geſtorben waren, oder auch, welche durch einen nicht zu heftigen elektriſchen Schlag getödtet wurden, behielten ihre Erregbarkeit. Selbſt die Anwendung des Opiums auf die zu erregenden Theile bewirkte keine Aenderung. Dabey entdeckte Moſcati, daß Thiere, welche im Boyleſchen Vacuum ſtarben, im Galvaniſchen Verſuche zwar raſche, aber nur leiſe und ſeltene Zuckungen erlitten, wobey ſich zugleich extravaſirtes Blut im Zellgewebe der Muskeln fand, welche hierdurch höher geröthet wurden. Wurde dieſer Verſuch an ſolchen Fröſchen wiederholt, wo dieß Austreten vom Blute nicht ſtatt fand, ſo waren die Zuckungen von der nämlichen Stärke, als wenn ſie außer dem Boyleſchen Vacuum

geweſen

geweſen wären. Auch wollte Valli bey ſeinen Verſuchen das Anziehen kleiner Körper, wie bey der Elektricität, bemerkt haben. Er war der erſte, welcher einen Verſuch machte, das Harz zu galvaniſiren; allein er konnte dabey, ſo wie am Magen, an den Därmen und der Harnblaſe, durchaus keine Zuckungen hervorbringen. Endlich bemerkte Valli, daß die Folge oft wiederholter Galvaniſcher Verſuche eine ſchnellere Fäulung der todten Thiere war. Hierbey ruft Valli aus: Heil jenem Tage, an dem wir uns überzeugten, daß Elektricität der Fäulniß widerſtehe, und ſo die Körper für Auflöſung ſchütze! Wie ſchön wird hierdurch jene frühere Behauptung beſtätigt, welche antiſeptiſche Kräfte dem die Nerven durchſtrömenden Fluidum beylegt!

Man kann leicht denken, daß die an Beharrlichkeit und ausdauerndem Fleiße bekannten Deutſchen gleich nach der Bekanntmachung von Galvani's Entdeckungen nicht allein die Verſuche wiederholt, ſondern auch dieſen wichtigen Gegenſtand zu erweitern ſich bemüht haben. Die erſten, welche ſich damit beſchäftigten, waren Ackermann [r]), Schmuck [s]) und Gren [t]). Gren, welcher die Verſuche in Forſter's, Klügel's, Reil's und Weber's Geſellſchaft anſtellte, erkannte, daß Zink und Silber in Verbindung ſich

r) Vorläufige Bekanntmachung wichtiger Erſcheinungen aus den neueſten phyſiologiſchen Verſuchen über die Nerven; in der Salzburg. medic. chirurg. Zeitung. B. III. S. 289.

s) Beyträge zur nähern Kenntniß der thieriſchen Elektric. Mannheim 1792. 8.

t) Journal der Phyſik. B. VI. S. 402 u. f.

ſich am wirkſamſten bezeigten. Valli hatte zwar Galvani's Vergleichung der Muskeln mit Verſtärkungsflaſchen nicht gebilligt, aber doch angenommen, daß es eine eigene thieriſche Elektricität gebe, welche im thieriſchen Körper durch die Nerven aus dem ſenſum commune in die Muskeln, und aus dieſen wiederum in jenes zurückgeführt werde, eben ſo, wie vormals die Phyſiologen von dem Nervenfluidum behaupteten. Dagegen äußerte Gren, daß es ihm noch zu frühzeitig dünke, aus den Galvaniſchen Erſcheinungen phyſiologiſche Erklärungen ziehen zu wollen, und daß ſchon der Name thieriſche Elektricität nicht gut gewählt ſcheine, da er auf eine Urſache führe, die vielleicht gar nicht zugegen ſey. Vielmehr gab Reil zu erkennen, daß ihm alle dieſe Erſcheinungen nichts weiter anzuzeigen ſchienen, als eine ſehr große Empfindlichkeit der Muskeln gegen die Elektricität, welche letztere hierbey bloß von außen her als ein Reitzmittel wirke. Er glaubte, die reitzende Kraſt in den Metallen, und bloß die Erregbarkeit in dem organiſchen Körper ſuchen zu müſſen.

Sömmering und Behrends ſtellten Verſuche mit dem Herze an, und glaubten, wie Valli, daſſelbe gegen allen Metallreitz als völlig unempfindlich zu finden, und ſchloſſen daher, daß das Herz ganz nervenlos ſey. Allein Schmuck, Fontana und Giulio machten die Entdeckung, daß das Herz allerdings, wiewohl in einem geringern Grade, gegen den Galvniſchen Reitz empfindlich ſey. Auch Fowler in England fand die Reitzbarkeit des Herzens. Sömmering that den Vorſchlag, den Galvanismus bey Scheintodten, beſonders bey neugebornen Kindern und Ertrunkenen anzuwenden, und zwar auf

den Zwergmuskelnerven. Auch unternahm es Schmuck, aber ohne Erfolg, den Galvanismus bey den Pflanzen anzuwenden. Achard in Berlin ſtellte zuerſt den Verſuch an, bey Menſchen den Mund und Aſter durch Zink und Silber zu verbinden, worauf eine größere Thätigkeit des Magens, Schmerz im Unterleibe und Veränderung der Auswürfe erfolgten.

In dieſen Zeitpunkt fallen auch die erſten Bemühungen Volta's über dieſen Gegenſtand u). Dieſer fand die erſten Verſuche von Galvani nicht ſo befremdend. Wenn ein Leiter, ſagt er, durch einen Funken entladen wird, ſo erregt die Wirkung der Atmoſphäre in allen umliegenden Leitern ein Strömen der elektriſchen Materie, und es iſt natürlich, daß das auf dem Tiſche nahe bey Metall oder zwiſchen zwey guten nicht iſolirten Leitern liegende kleine Thier von einem ſolchen Strome durchdrungen wird. Dieſes iſt eine bekannte Sache, und die Verſuche lehren alſo weiter nichts neues, als die überaus große Empfindlichkeit der Thiere. Dieſe findet man nämlich ſo groß, daß die Schenkel eines Froſches, welche mit dem Rückgrate bloß durch die ganz entblößten Cruralnerven zuſammenhängen, noch für einen Grad der Elektricität empfindlich ſind, welcher 40 bis 50 Mal ſchwächer iſt, als der geringſte, den das empfindlichſte Cavalloſche oder Bennetſche Elektrometer anzeigen kann. Volta, welcher dieſen Grad nur durch Hülfe ſeines Condenſators bemerkbar machen konnte, ſchätzt denſelben auf $\frac{1}{500}$ bis $\frac{1}{600}$ eines Grads vom Cavalloſchen Elektrometer

u) Schriften über die thieriſche Elektricität von Volta, aus dem Ital. überſetzt herausgegeben von D. Joh. Mayer. Prag 1793. 8.

trometer. Die ſo präparirten Froſchſchenkel gaben gleichſam ein thieriſches Elektrometer ab, welches unter allen übrigen das empſindlichſte iſt. Man dürfe ſich daher nicht wundern, wenn ſie die nicht ganz ſchwachen elektriſchen Ströme bey den Verſuchen durch heftige Convulſionen anzeigten.

Wichtiger ſcheinen Volta die neuen Erfahrungen, wobey dieſelben Convulſionen ohne irgend eine künſtliche Elektricität oder fremde Erregung bloß durch die Wirkung eines Ausladers zu entſtehen ſcheinen, wovon das eine Ende die Muskeln, das andere die Nerven des Thiers berührt. Volta ſchien ſelbſt anfänglich darin einen Beweis einer allgemeinen thieriſchen Elektricität zu finden. Allein gleich darauf nimmt er in eben der Schrift das meiſte von dem wieder zurück, was er vorher zum Vortheil einer thieriſchen Elektricität gefolgert hatte. Durch Vervielfältigung der Verſuche fand er nämlich, daß man dieſelben Convulſionen im thieriſchen Körper auch hervorbringen könne, wenn man entweder zwey Stellen des Nerven allein, oder zwey Muskeln allein, oder auch nur einen einzigen Muskel an verſchiedenen Punkten mit Metall berührt, wofern man nur hierzu zwey verſchiedene Metalle anwendet. Er ſtellte auch Verſuche mit Inſekten und Würmern an. Jene zeigten Erregbarkeit, dieſe aber nicht, auch manche Raupen nicht. Die Gedärme bewieſen keine Erregbarkeit gegen den Galvanismus. Auch entdeckte er, daß Holzkohle hier wie ein Metall wirke. Außerdem entdeckte Volta die Einwirkung des Galvanismus auf die Sinne des Geſchmacks und des Geſichts. Legt man nämlich auf die Oberfläche der Zunge eine Silbermünze, und bringt an die untere Fläche bis an die Zungenſpitze einen Bleyſtreifen an,

und

und läßt alsdann beyde Metalle an der Zungenſpitze in Berührung kommen, ſo erhält man in dieſem Augenblick einen merklichen Geſchmack von Säure. Ferner klebte Volta ein Stückchen Stanniol an den Augapfel, hielt im Munde eine Goldmünze oder einen ſilbernen Löffel, und ſetzte beyde Metalle durch zwey metalliſche Spitzen in Berührung. In dieſem Augenblick empfand er einen vorübergehenden Glanz und einiges Licht. Daſſelbe erfolgte, wenn er, um das Auge zu ſchonen, ein Plûmaceau mit warmem Waſſer befeuchtet an den Augapfel brachte, und auf dieſes das Metallblättchen legte. Noch weit lebhafter war die Empfindung, wenn das eine Auge mit Zinn, das andere mit Silber belegt war. Kohlen ſtatt des Silbers zeigten die nämliche Wirkung. Ward das Zinnblättchen an die Spitze der Zunge und das Silber mit Hülfe eines Plûmaceau an den Augapfel angebracht, ſo nahm in dem Augenblick der Berührung die Zunge den ſäuerlichen Geſchmack und das Auge das Licht wahr.

Auch Caldani ſtellte Verſuche an, und beſtritt Galvani's Theorie, welche Aldini vertheidigte. Corradori ſetzte die Urſache dieſer Erſcheinung in eine Nervenflüſſigkeit, und beſtritt gleichfalls Galvani's Behauptung, gegen welchen ebenfalls Aldini ſchrieb.

Aldini, Galvani's Neffe, machte mit einem Ungenannten in Italien verſchiedene merkwürdige Verſuche. Aldini fand, daß ein einziges Metall hinreicht, z. B. Queckſilber, den Erfolg zu bewirken, und daß oft ein feuchtes Seil hinreichend ſey, um den Nerven und Muskel zu verbinden und in Zuckungen zu verſetzen. Ein ſolches Seil führte er 250 Fuß weit um ſein Haus herum mit glücklichem Erfolge. Der

Unge-

Ungenannte entdeckte, daß, wenn die ganze Kette in Ruhe ſey, und man den Verbindungsbogen ſanft abziehe von der Nerven- und Muskelbewegung, dann ſogleich Zuckungen entſtänden, auch daß bey einer bloßen Berührung des Schenkels mit ſeinem Nerven bey großen und lebhaften Fröſchen Zuckungen entſtänden, ohne jede Armatur v).

Carl Creve w), Profeſſor zu Maynz, fand die Galvaniſche Wirkung auf folgende ſehr einfache Art: Er umwickelte den entblößten Nerven an ſeinem Ende mit einem Streifchen Stanniol, und legte dieſen ſo armirten Nerven auf eine Silbermünze. Hierbey hat man nun keine beſondere leitende Verbindung zwiſchen der Armatur und den Muskeln nöthig, ſondern jede Bewegung des Stanniols auf der Silbermünze durch irgend einen Körper, er ſey Leiter oder Nichtleiter, bringt in den Muskeln die ſtärkſten Zukkungen hervor. Hieraus hält ſich Creve zu dem Schluß berechtigt, daß überhaupt gar keine Elektricität im Spiele ſey, ſondern die Zuckungen von einer eigenen ganz unbekannten Urſache herrühren. Auch war Creve der erſte, welcher Gelegenheit fand, an dem menſchlichen Körper Verſuche dieſer Art anzuſtellen. Es mußte nämlich im Juliushospital zu Würzburg einem neunjährigen Knaben das linke Bein zunächſt an der Mitte des Oberſchenkels abgenommen werden. Sogleich nach der Operation ſuchte Creve den Kniekehlnerven, brachte um denſelben ein Streifchen Stanniol, und berührte Nerven

v) Tromsdorf ſyſtemat. Handbuch der Chemie. Th. V. S. 12. §. 10.

w) Beyträge zu Galvani's Verſuchen über die Kräfte der thieriſchen Elektricität auf die Bewegung der Muskeln. Frankf. u. Leipz. 1793. 8.

Nerven und Stanniol zugleich mit einem franzöſiſchen Thaler. Augenblicklich erfolgten die heftigſten Zuckungen, ſowohl in dem Theile, welcher ſich oberhalb des Kniegelenks, als in dem andern, welcher ſich unterhalb deſſelben befand. Die Zuckungen zeigten ſich aber nicht, wenn der Stanniol vom Nerven abgenommen, oder ſtatt der Silbermünze eine ſtählerne Pinzette gebraucht, oder Stanniol und Silber vom Blute verunreinigt waren. Durch den Erfolg dieſer ſeiner Verſuche wurde er noch vor Sömmering auf den Gedanken geleitet, den Metallreitz als ein Kennzeichen vorzuſchlagen, wodurch man den Scheintod vom wahren unterſcheiden könne [x]). Dieſen Gegenſtand führte Klein [y]) noch weiter aus.

Um dieſe Zeit machten auch in England Alexander Monro, R. Fowler und Georg Hunter mehrere Galvaniſche Verſuche. Man fand als ſehr merkwürdig, daß man dabey zwey verſchiedene Metalle nehmen müſſe, nämlich eins, das den Nerven, und ein anderes, das die Muskeln berührt. Waren ſie beyde von einerley Art, z. B. von Silber, oder von Zinnfolie, ſo fanden keine Zuckungen ſtatt. Ausgetrocknete Nerven mußten vorher befeuchtet werden, wenn ſie Zuckungen hervorbringen ſollten. Dagegen glaubte aber Berlinghieri zu Piſa [z]), daß es keinesweges ſchlechterdings nothwendig ſey, verſchiedene Metalle zu den Armaturen als Excitatoren anzuwenden;

x) Vom Metallreitze, einem neu entdeckten Prüfungsmittel des wahren Todes, mit Kupf. Leipz. u. Gera 1796. 8.

y) Diſſ. de metallorum irritamento ad explorandam veram mortem. Mogunt. 1794. 4. in Gren's neuem Journal der Phyſik. B. I. S. 30 f.

z) Journal de phyſique. Aout 1793.

den; nach ſeinen Verſuchen ſind Wirkungen erfolgt, wenn er ſich des Eiſens allein, auch ſehr oft, wenn er ſich des Eiſens und Stahls zum Leiter bedient hatte. Wenn er die Cruralnerven eines Froſches der Länge nach bloß legte, ſie hernach in der Mitte quer durchſchnitt, und auf einer Glastafel ſo ausbreitete, daß die Enden 1 Zoll weit von einander entfernt waren, und dieſen Zwiſchenraum mit einem Stück Silber ausfüllte, ſo zeigten ſich bey Anwendung des Excitators ſehr lebhafte Erſcheinungen; wenn dagegen ſtatt des Silbers Siegellack gebraucht ward, ſo verſchwanden dieſe ſogleich, und alle Bewegungen hörten auf.

Auch brachten die vorgenannten Engländer den Blitz vor dem Auge hervor, indem ſie Stanniol und Silber mittelſt eines iſolirten Draths verbanden, wovon das erſtere auf die Zunge, letzteres aber zwiſchen die Augenlieder gelegt wurde. Dieſe Erſcheinung war noch bemerkbarer, wenn man ſtatt des Silberblättchens einen Silberdrath nahm und hoch in die Naſe hinaufſchob. John Robinſon meldete dem D. Fowler eine Veränderung dieſes Verſuchs: man bringe nämlich eine kleine Zinkplatte inwendig an den einen Backen, und eine Silberplatte an den andern; und zwar bringe man die Backen mit den Metallen in ſo vielen Punkten als möglich in Berührung. Nun ſchiebe man eine kleine Zinkſtange zwiſchen den Zink und den einen Backen, und eine ähnliche von Silber zwiſchen das Silber und den andern Backen, und laſſe ſich ihre äußern Enden langſam berühren. Hier wird man ein empfindliches convulſiviſches Zucken in den dazwiſchen liegenden Theilen des Zahnfleiſches, mit hellen Blitzen in den Augen begleitet, fühlen. Dieſe Blitze wird man ſowohl im Augenblick der Berührung

rung ſehr deutlich wahrnehmen, als auch nachher zum zweyten Male, wenn man die Enden wieder von einander bringt. Verwechſelt man die Stäbchen, ſo erfolgt gar keine Wirkung. Auch iſt es ſchon hinreichend, wenn man hierzu nur ein Stäbchen von Zink und eins von Silber anwendet. Fowler behauptete auch eine Wirkung des Galvanismus auf die Arterien, wobey aber wahrſcheinlich eine Täuſchung vorgegangen ſeyn muß. Dieſe Entdeckungen wurden in Dännemark durch den Ritter von Haugh und Calsmann bekannt gemacht.

Alle dieſe Verſuche trug D. Chriſtoph Heinrich Pfaff [a]) in einer muſterhaften Ordnung vor, und führte noch mehrere dergleichen in einer andern Schrift [b]) an. Aus dieſen ſeinen vielen Verſuchen glaubt er ſchließen zu dürfen, daß die Materie, welche hier im Spiele iſt, eigenen Geſetzen zu folgen ſcheine, und vielleicht ſelbſt eine ganz eigene ſey, ob ſie gleich in verſchiedener Rückſicht viele Aehnlichkeit mit der elektriſchen Materie zeige. Im Allgemeinen meint er folgendes von ihr behaupten zu können: daß eine wahre Circulation derſelben zwiſchen den beyden Armaturen durch die thieriſchen oder beliebigen feuchten Theile, welche eine Verbindung zwiſchen denſelben machen, ſtatt finde; daß dieſe Materie durch die eine Armatur aus- und in die andere einſtröme, und zwar unter der Be-

a) Diſſ. de electricitate animali. Stuttg. 1792. 8. Deutſch: Abhandlung über die ſogenannte thieriſche Elektricität; in Gren's Journal der Phyſik. B. VIII. S. 195 f. Auch beſonders unter dem Titel: Ueber thieriſche Elektricität und Reitzbarkeit, ein Beytrag zu den neueſten Entdeckungen über dieſen Gegenſtand. Götting. 1794.

b) Ueber thieriſche Elektricität und Reitzbarkeit. Götting. 1795. 8.

Bedingung, wenn ſie wieder dahin zurückſtrömen kann, wo ſie ausgefloſſen iſt, d. h. wenn eine leitende Verbindung zwiſchen beyden Armaturen ſtatt findet; daß ſie Zuckungen oder eigenthümliche Empfindungen hervorbringt, je nachdem ſie durch dieſe oder andere Nerven durchſtrömt; und daß die Wirkung deſto größer iſt, je weniger andere Leiter außer den Nerven zu ihrem Zurückſtrömen vorhanden ſind, und je größer die Strecke des Nerven iſt, durch welchen ſie zurückſtrömt. Hierbey bemerkt er zugleich die merkwürdige Verſchiedenheit, daß beſtändig eine Armatur als Nerven- und die andere als Muskelarmatur am beſten wirkt, und zwar ſcheint die Wirkung am größten zu ſeyn, wenn die Armatur, in welche die aus der andern ausſtrömende Materie einſtrömt, den Nerven berührt, während dieſe, welche gleichſam die Materie aus dem thieriſchen Körper entbindet und an ſich zieht, an die Muskeln angebracht wird. Auch findet er, daß die Zuckungen nicht allein in dem Augenblick der Berührung beyder Armaturen, ſondern auch in dem Augenblick der Trennung derſelben erfolgen, oft ſogar ſtärker als im erſten Falle. Er glaubt übrigens vollkommen überzeugt zu ſeyn, daß dieſe Erſcheinungen auf keine Weiſe durch die bloße Wirkung der Metalle auf einander erklärt werden können; daß die thieriſchen Theile, z. B. Nerven, hierbey eine andere Rolle ſpielen, als die eines bloßen feinen Elektrometers für die Elektricität der Metalle, unter welchen ſchon vorher ein Mangel an Gleichgewicht ſtatt fand, oder in den Verſuchen erſt erzeugt ward. Er wagt es aber nicht zu entſcheiden, ob die Materie, welche ſich hierbey wirkſam zeigt, der elektriſchen Materie analog, oder ſpecifiſch von ihr verſchieden ſey, und daher vielleicht noch für die Phyſiologie aufklärend und fruchtbar ſey.

Im

Im Jahre 1794 machte nun Volta c) ſeine fernern Verſuche bekannt, und mit denſelben eine ſehr ſcharfſinnige Theorie, welche zwar ſehr vielen Widerſpruch erlitten hat, aber doch bis jetzt noch nicht widerlegt iſt. Ueberhaupt verdankt der Galvanismus Volta'n die wichtigſten Aufſchlüſſe, und den größten Theil ſeiner jetzigen Geſtalt. Jetzt war nun Volta ganz der Meinung, daß die ganze Action der ſogenannten thieriſchen Elektricität urſprünglich von den Metallen herrühre, welche irgend einen feuchten Körper oder das Waſſer ſelbſt berühren, Kraft welcher Berührung das elektriſche Fluidum in dem feuchten oder wäſſerigen Körper von eben dieſen Metallen, von dem einen mehr, von dem andern weniger, verdrängt wird; wird dann eine nicht unterbrochene gute Leitung angebracht, ſo wird dieß Fluidum in einen Kreislauf geſetzt. Wenn nun die Cruralnerven eines präparirten Froſches von dieſem leitenden Kreiſe in irgend einem Theile deſſelben ein leitendes Stück ausmachen, ſo daß die ganze oder faſt ganze ſtrömende Elektricität durch ſie allein, oder doch durch irgend einen andern zur Bewegung eines Gliedes dienenden Nerven gehen muß, und die Nerven noch einen Reſt von Vitalität haben; ſo werden die Muskeln oder die den Nerven gehorchenden Gliedmaßen in Zuckungen geſetzt, ſobald die Herſtellung des Kreiſes der Leitung einen ſolchen elektriſchen Strom veranlaßt, und ſo oft man nach Unterbrechung deſſelben ihn gehörig wieder herſtellt. Wenn ſich anſtatt der zur Bewegung dienenden Nerven

c) Giornale fiſico-medico di D. *Brugnatelli.* 1794. p. 248. in Gren's Journ. der Phyſ. B. II. S. 141 f. S. 172. ferner B. VIII. S. 400. Neues Journal der Phyſik. B. II. S. 471 B. III. S. 480. B. IV. S. 109 f.

ven die an der Spitze oder am Rande der Zunge, welche zum Geſchmack dienen, in dem leitenden Kreiſe befinden; ſo wird eine correſpondirende Empfindung von Geſchmack oder Licht erregt; und dieſe Empfindungen und Bewegungen ſind um deſto lebhafter, je weiter die angewandten beyden Metalle in der hier genannten Ordnung von einander abſtehen: Zink, Stanniol, gewöhnliches Zinn in Platten, Bley, Eiſen, Gelb-Kupfer und Bronze von verſchiedener Beſchaffenheit, Kupfer, Platina, Gold, Silber, Queckſilber, Reißbley. Hierzu kann man noch zuletzt einige Holzkohlen ſetzen, nämlich die, welche faſt eben ſo leitend ſind als die Metalle, indem die andern gar nicht oder ſchlecht dazu dienen.

Die Verſuche gelangen auf die auffallendſte Weiſe folgendermaßen: Es werden 4 oder mehrere Perſonen iſolirt, oder ſtehen auch mit den Füßen auf Eſtrich, wenn dieſer nur nicht ſehr feucht iſt; ſie werden mit einander in leitende Verbindung geſetzt, ſo daß der eine mit dem Finger die Spitze der Zunge ſeines Nachbars und ein anderer auf ähnliche Art den bloßen Augapfel ſeines Nachbars berührt, die beyden andern aber mit den naſſen Fingern einen friſch präparirten, nämlich einen abgezogenen und ausgeweideten Froſch halten, der eine an den Füßen, der andere an dem Rücken deſſelben; der erſte in der Reihe nehme eine Zinkplatte in die bloße naſſe Hand, und der letzte eine Silberplatte, die ſie in wechſelſeitige Berührung bringen; ſo wie dieß geſchieht, entſteht ſogleich auf der Spitze der Zunge, die von dem berührt wird, welcher in der Hand den Zink hält, ein ſaurer Geſchmack; und in dem Auge, das von dem Finger eines Andern berührt wird, ein Schein vom Licht, und die Schenkel des

Froſches,

Froſches, der zwiſchen den beyden Händen gehalten wird, werden heftig in Zuckungen verſetzt.

Hier glaubt Volta, durchlaufe und durchſtröme das elektriſche Fluidum dieſe ganze Kette von Perſonen; warum aber dieſe keine Erſchütterung in den Armen verſpüren, darauf laſſe ſich leicht antworten, daß der Strom dazu nicht hinreichend ſtark und heftig ſey; daß er es aber genugſam iſt, um diejenigen Nerven, welche empfindlich genug ſind und durch welche das geſammelte und verdichtete Fluidum geht, zu excitiren, nämlich die Nerven des Geſchmacks, die auf der Spitze und an den Rändern der Zunge beynahe bloß liegen, die des Geſichts auf dem Boden des Auges und die Cruralnerven des präparirten Froſches, die ſich alle bey dem angeführten Verſuche im Durchgange des elektriſchen Stroms befinden.

Kann aber das, frägt er, was hier eine thieriſche Elektricität anzeigt, wohl eine den Organen eigenthümliche und urſprüngliche genannt werden? Sey es nicht vielmehr weit wahrſcheinlicher, daß dieſe ſich bloß leidend verhalten, bloß ſehr empfindliche Elektrometer ſind, und daß dagegen eigentlich die Metalle activ ſind? daß nämlich bey Berührung der letztern dem elektriſchen Fluidum ein Impuls gegeben werde, daß überhaupt dieſe Metalle nicht bloße Conduktoren, oder Leiter, ſondern wahre Erreger der Elektricität ſind? Ueberhaupt ſey es ganz offenbar, daß hier alles von den Metallen und von deren verſchiedenen Beſchaffenheit abhänge, indem es zum Gelingen der Verſuche nothwendig iſt, daß beyde Metalle ungleichartig ſeyen; anſtatt alſo thieriſche Elektricität zu ſagen, hätte man eben ſo gut ein Recht, ſie metalliſche Elektricität zu nennen.

Man ſolle ihm nicht einwenden, daß manchmal in dem nach Galvani's Art präparirten Froſche Bewegungen erhalten würden, wenn man auch an dem einen und dem andern Theile Metalle von einer und derſelben Beſchaffenheit, nämlich Silber und Silber, Queckſilber und Queckſilber, Zinn und Zinn, Eiſen und Eiſen anbringt. Ja man erhalte ſie (aber nicht immer) in den erſten Augenblicken, wenn das auf die beſte Weiſe präparirte Thier noch ſo erregbar ſey, daß es das Geringſte fühle. Aber wie könne man behaupten, daß die Metalle, welche man anwende, vollkommen und durchaus gleich ſeyen? Sie ſind es nur dem Namen, nicht der Subſtanz nach; und zufällige Eigenſchaften, z. B. Härte, Weiche, Glätte und Glanz auf der Oberfläche, Wärme u. ſ. w. könnten ſie in Anſehung der elektriſchen Action, in Anſehung des Vermögens, nämlich das elektriſche Fluidum in dem feuchten Körper, den ſie berühren, fortzuſtoßen oder anzuziehen, hinreichend verſchieden machen, ganz ſo, wie ähnliche Verſchiedenheiten und andere Umſtände (wie es aus den Verſuchen von Canton, Bergmann, Cigna, Beccaria u. A. ſchon bekannt ſey,) machen, daß dieſelben Metalle und andere Körper mehr oder weniger geſchickt ſind, elektriſches Feuer zu geben oder zu empfangen, wenn ſie durch Reiben erregt worden. Es ſey ja erwieſen, daß von zwey idioelektriſchen Körpern von einerley Materie und Beſchaffenheit, die an einander gerieben werden, der rauhere oder der wärmere, oder der das ſtärkſte Reiben erleide, gebe, der andere empfange. Vollkommene oder unvollkommene Leiter, Metalle, Stein, Holz u. dergl., die auf der einen Seite rauh, auf der andern glatt und polirt ſind, geben oder empfangen von einem ſeidenen Bande, weißem Papier, Elfenbein, anderm Holze u. ſ. w., je nach-

nachdem ſie mit der rauhen oder glatten Fläche, kälter oder wärmer, der Länge oder der Quere nach daran gerieben werden. Er glaubt daher, daß auch die Erregung der elektriſchen Flüſſigkeit, die durch bloße Verbindung oder Berührung von Metallen mit feuchten Körpern oder mit Waſſer ſtatt habe, auch ohne daß bemerkbares Reiben dazu nöthig ſey (wie es die neuen Erfahrungen beweiſen), auf eine gleiche Weiſe determinirt oder mehr oder weniger befördert werden könne, ſo daß der Strom nach der einen oder nach der andern entgegengeſetzten Seite gerichtet werde, nach dem, auch ſehr geringen, Unterſchiede in der Härte und Weiche, in dem Grade der Wärme, in der Politur und dem Glanze, der zwiſchen dem einen und dem andern Stück Silber, Kupfer, Eiſen, Bley, die man für ähnlich hält, und ſogar zwiſchen dem einen und dem andern Ende deſſelben Draths oder deſſelben Metallſtreifens Statt habe.

Indeſſen war Volta nicht mit bloßer Muthmaßung zufrieden, ob ſie gleich auf guten Gründen der Analogie geſtützt war, ſondern wollte ſich durch Erfahrung überzeugen, ob und in wie fern die angezeigten Eigenſchaften die Action der Metalle auf das elektriſche Fluidum beſtimmten? Er bog daher einen ſtarken Drath von federhartem Eiſen, und verſuchte, ob durch das Eintauchen ſeiner beyden Enden in zwey Gläſer mit Waſſer, worin ein genau und friſch präparirter Froſch, nämlich mit den Hinterſchenkeln in dem einen und mit dem Rücken und der ſpina vertebralis in dem andern hieng, es ihm gelingen würde, ihn zu Zuſammenziehungen und Sprüngen zu zwingen? Die erſtern Male gelang es ihm in der That, nämlich zwey, drey, viermal; doch nach einer Minute nicht mehr;

und er müſſe ſagen, daß er von verſchiedenen Eiſendrä-
then, die er ſich verſchaffte, nur einen fand, der auch
im Anfange ganz und gar nichts that. Eben dieß ge-
ſchah mit einigen Bogen von Silber und mit einigen
von Kupfer, die er bey jedem Verſuche unwirkſam
fand. Man habe alſo alle Urſache zu glauben, daß
dieſe, welche ſich unwirkſam zeigten, an beyden En-
den in der Härte und allen übrigen Eigenſchaften gleich
waren, welches bey den andern nicht ſtatt fand, ſo wie
es ſich auch wohl ſehr ſchwer und höchſt ſelten treffe,
daß eine völlige und in allen Punkten vollſtändige
Gleichheit darin ſtatt finde. Nachdem er nun einen
von dieſen Eiſendräthen gefunden hatte, welcher nach
wiederholter Prüfung, auch vom Anfange an, nichts
that, und der erſchöpfte Froſch auch nicht mehr durch
diejenigen erregbar war, die ihn im Anfange in Be-
wegung ſetzten; ſo tauchte er das eine Ende dieſes Bo-
gens in ſiedendes Waſſer, etwa eine halbe Minute
lang, zog es dann heraus, und ohne es abzukühlen,
erneuerte er den Verſuch mit dem Froſch in den beyden
Gläſern mit kaltem Waſſer; der Froſch zog ſich nun
zuſammen, und das 2, 3 und 4 Mal bey Wieder-
holung des Verſuchs, bis das Ende dieſes Draths ſich
durch dieß wiederholte und länger und kürzer dauernde
Eintauchen, oder durch längeres Ausſtellen in der Luft,
wieder abkühlte, und ſo wieder ganz unwirkſam wurde,
dem Thiere Convulſionen zu erregen. Er ließ nun
das eine Ende dieſes Draths glühen und ſolchergeſtalt
erweichen, während das andere Ende gehärtet blieb,
und nun erlangte es die Eigenſchaft wieder, in dem
Froſche Bewegungen hervorzubringen, und, nachdem
es erkaltet war, ziemlich lange Zeit hindurch, wenn
nämlich das Thier noch nicht zu ſehr geſchwächt war.

Durch

Durch dieſe Verſuche wird daher ſchon erwieſen, daß die Wärme etwas thut, noch mehr das Härten; und daß zwey Stücke ein und des nämlichen Metalls, wenn ſie von verſchiedener Härte ſind, dadurch geſchickt gemacht werden, bey Berührung mit dem Waſſer oder mit dem angefeuchteten Körper auf das elektriſche Fluidum verſchiedehtlich oder mit ungleicher Kraft zu wirken, wie es zwey verſchiedene Metalle thun würden.

Er wiederholte dieſe Verſuche mit Blechſtreifen von Meſſing, Zinn und Silber, und mit demſelben Erfolge. Da die Grade des Härtens im Eiſen weit ausgezeichneter ſind und eine größere Extenſion zulaſſen, als in den andern Metallen; ſo iſt auch der Unterſchied der elektriſchen Action, die davon abhängt, in jenen merklicher und größer als bey dieſen, und man erhält einen größern Effekt, wenn man in dem erwähnten Verſuche Eiſen mit Eiſen von verſchiedener Härte zuſammenbringt, als mit Metallen von verſchiedener Beſchaffenheit, die in der Ordnung in Hinſicht des elektriſchen Vermögens wenig von einander abſtehen, z. B. mit Gold und Silber, Kupfer und Gelbkupfer, Gelbkupfer und Eiſen, Bley und Stangenzinn. Ja er hat ſogar einige Eiſenbleche gefunden, an deren Enden ſich ein ſolcher Unterſchied in der Action zeigte, daß er ſich zwiſchen weiter von einander abſtehenden Metallen, z. B. zwiſchen Bley und Silber, nicht größer zeigt, indem dadurch nicht nur die lebhafteſten Zuſammenziehungen und Krämpfe in den Muskeln eines unverſehrten oder wenigſtens nur abgezogenen Froſches erregt, ſondern ſogar auch bey der gehörigen Applicirung an die Zunge der ſaure Geſchmack hinreichend merklich hervorgebracht wurde.

Was die Politur und den metalliſchen Glanz betrifft, ſo habe er gefunden, daß, wenn zwey Stücke des Bleyſtreifens, wovon einer auf dem Rücken, der andere an den Schenkeln des auf die beſte Weiſe präparirten Froſches angebracht werde, nichts vermögen, um irgend eine Bewegung oder Zuſammenziehung der Muskeln zu erwecken, daß, ſagt er, es zur Hervorbringung dieſes Effekts hinreichend ſey, das eine von den Bleyſtücken oben abzuſchaben, ſo daß es friſchen Glanz erhält, und mit dieſer glänzenden und ſpiegelnden Oberfläche an ſeine vorige Stelle zu legen. Das Vermögen deſſelben verliere ſich jedoch in längerer oder kürzerer Zeit wieder, ſo wie das Metall durch Berührung mit der Luft wieder anlaufe und ſeinen Glanz verliere. Sind beyde Stücken Bley zu gleichem Glanze und zu gleicher Glätte gebracht worden, ſo gelingt der Verſuch nicht weiter, oder nicht ſo gut, als wenn das eine ſo bleibt wie es iſt.

Wenn er endlich alle Sorgfalt anwandte, daß die beyden metalliſchen Armaturen, die entweder an die Gliedmaßen des Froſches unmittelbar, oder an das Waſſer, oder an die feuchten Körper, zwiſchen welchen ſich derſelbe befand, angebracht waren, ſo viel als möglich gleich waren; wenn er an der einen und der andern Stelle Streifen oder Dräthe von Gold oder Silber, die einerley Stärke hatten, anbrachte: ſo ſahe er bey der Herſtellung ihrer Verbindung unter einander entweder durch unmittelbare Berührung, oder vermittelſt eines andern metalliſchen Bogens, nie, oder faſt nie Convulſionen in dem Froſche entſtehen, ſo lebhaft auch das Thier und ſo friſch es nach der beſten Präparationsart war.

Wenn nach dieſem Allen Verſchiedene behaupten wollten, daß wenigſtens in den Fällen, wo zwey gleiche Metalle

Metalle oder zwey Enden deſſelben Metallſtücks zur Erregung ſtarker oder ſchwacher Contraktionen und Bewegungen in dem nach ſeiner Art präparirten Froſche dienen, die Erregung des elektriſchen Fluidums nur durch die Organe des Thiers ſelbſt bewirkt werde, und daß folglich die wahre thieriſche Elektricität in dem von ihr genommenen Sinne noch beſtehe; ſo antwortet Volta: er läugne, daß ſolche Metalle vollkommen und durchaus gleich ſind, durch welche die genannten Effekte erhalten werden, und behauptet, daß ſie entweder in der Wärme, oder in der Härte, oder in der Politur und dem Glanze verſchieden ſind, indem dieſe Umſtände nicht wenig Einfluß haben, und in Anſehung der Kraft, das elektriſche Fluidum im Waſſer oder in den berührenden feuchten Körpern in Bewegung zu ſetzen, keinen geringern Unterſchied zuwege bringen könnten, als die verſchiedene Beſchaffenheit einiger Metalle thut.

Es iſt außer Zweifel, ſagt Volta, daß die Empfindung, welche die Zunge von einer bekannten Galvaniſchen Operation erhält, von einem Strome elektriſcher Flüſſigkeit herrührt, indem man ganz dieſelbe Empfindung vom ſauren Geſchmack erhält, wenn man die Spitze der Zunge an den poſitiv elektriſirten Conduktor der Maſchine hält, oder auch in das Waſſer eines damit verbundenen Gefäßes ſteckt. Eine andere ſehr merkwürdige Thatſache ſey, daß, wenn man den Verſuch umkehre, und das Silber ſtatt des Zinks mit der Spitze der Zunge berühre, man entweder keinen Geſchmack, oder einen andern ganz vom erſtern verſchiedenen, ſcharfen, brennenden, gleichſam alkaliſchen Geſchmack empfinde; nicht anders, als wenn man die Zunge an dem mit dem Kiſſen der ge-

wöhnlichen Elektriſirmaſchine verbundenen oder negativ elektriſirten Conduktor halte; ein offenbarer Beweis, daß dieſer alkaliſche Geſchmack vom elektriſchen Fluidum herrühre, welches von der Spitze der Zunge ausgeht. Die Zunge alſo, oder irgend ein Theil von ihr, an ſich und im natürlichen Zuſtande, ſtrebe weder elektriſches Fluidum zu geben, noch zu empfangen; ſondern ſie gebe oder empfange es vermöge der eigenthümlichen Kraft der Metalle, je nachdem Zink oder Silber, es ſey unmittelbarer Weiſe, oder mittelſt des Waſſers, oder eines andern feuchten Körpers, daran applicirt ſey; die Zunge ſey alſo bloß leidend, und die Metalle dagegen thätig; dieſe ſeyen in den erwähnten Verſuchen die wahren Erreger, die Incitatoren des elektriſchen Stroms. Das, was er vom Zinn und Zink behaupte, gelte von zwey andern Metallen, die verſchieden ſind, es ſey der Art und dem Weſen nach, oder in Anſehung der einen oder der andern zufälligen Modifikation; bloß der Umſtand ſey in Betrachtung zu ziehen, der zu ſeinem Zwecke viel beytrage, daß die Wirkungen von deſto geringerer Energie ſeyen, je weniger die zum Verſuche angewandten Metalle in ihrer Fähigkeit, das elektriſche Fluidum zu erregen, in dem Vermögen, bey der Berührung feuchter Körper daſſelbe abzuſtoßen und anzuziehen, von einander verſchieden ſind; mit einem Worte, je weniger ſie in der im Anfange angeführten Ordnung von einander abſtehen. Das, was er von der Zunge ſage, gelte auch von andern Muskeln und den zu ihrer Bewegung dienenden Nerven, auch von dieſen allein; denn um die Zuſammenziehungen der der Willkühr unterworfenen Muskeln zu erregen, ſey es keineswegs nothwendig, daß das elektriſche Fluidum von dieſen zu jenen, oder von jenen zu dieſen trete; ſondern es ſey hinreichend,

chend, daß es durch einen ganz kleinen Strich des Nerven allein gehe, wie es z. B. der Fall ſey, wenn man den Nerven mit einer ſilbernen Pinzette von der andern entweder unmittelbar berühren laſſe, oder ſie auch durch irgend ein metalliſches Mittel mit einander in Verbindung ſetze.

Könnte man hier aber nicht, zwar nichts Aehnliches mit der leidner Flaſche, aber doch irgend ein präexiſtirendes aufgehobenes Gleichgewicht des elektriſchen Fluidums zwiſchen den benachbarten Theilen des Nerven ſelbſt annehmen? Er glaube nicht, daß ſich ſo etwas hier behaupten laſſe; wohl aber ſey die Berührung der beyden verſchiedenen Metalle die Urſache, daß hier das elektriſche Fluidum in Bewegung geſetzt, und bey ſeinem Durchgange durch den kurzen Strich des Nerven zu dieſen Metallen ihn ſelbſt reitze. Durch dieſen in dem Nerven in Bewegung geſetzten elektriſchen Stimulus, welcher wirkſamer und zur Erregung der Nervenkraft geſchickter ſey als jeder andere, entſtänden in den ihm unterworfenen Muskeln die Zuſammenziehungen, auf welche Art? das wüßten wir nicht. Der an zwey Stellen von verſchiedenen Metallen berührte Nerve werde hierbey ganz ſo gereizt, als in den Nerven des Geſchmacks auf der Spitze der Zunge, oder in dem des Geſichts auf dem Boden des Auges in ſeinen andern Verſuchen durch dieſe verſchiedenen Metalle ein Reitz veranlaßt, und im letztern Falle auch ein beſchwerliches Brennen in der Nähe der Augenlieder erregt werde.

Alſo ſtehe die in der That bewundernswürdige Action der Metalle auf das elektriſche Fluidum bey der jedesmaligen Applicirung an Waſſer, oder an andere verſchiedene Flüſſigkeiten, oder an damit geſchwängerte

Körper

Körper feſt; und je offenbarer ſich dieſe zeige, die er metalliſche Elektricität zu nennen wünſcht, je mehr ſie ſich thätig und ausgebreitet zeige, deſto mehr fielen die vorgefaßten Meinungen für die andere dahin, welche von Galvani thieriſche Elektricität genannt, und auch von ihm im Anfange, doch mit großen Modifikationen, verſtanden und behauptet worden ſey. Dieſe müſſe, ſeinem Bedünken nach, ungeachtet der Bemühungen, welche ſich einige Vertheidiger derſelben zu ihrer Behauptung gegeben, ganz wegfallen, wenn man überlege, daß außer den Metallen, den Erzen und der Holzkohle, kein anderer Leiter, wenn man ihn zur Armatur anwende, geſchickt ſey, weder den elektriſchen Geſchmack auf der Zunge, noch das Leuchten im Auge, noch das Brennen, noch irgend eine Bewegung in den Muskeln des lebhafteſten und aufs beſte präparirten Froſches hervorzubringen. Wenn ſich das elektriſche Fluidum in den Organen des Thiers in einem Zuſtande des Mangels vom Gleichgewicht befände, ſo daß es nach dem obern Theile hin überflüſſiger wäre als in dem untern, oder umgekehrt, wenn es in dem Nerven und in dem Innern des Muskels, worin ſich derſelbe verbreite, mehr angehäuft wäre, als nach dem Aeußern des Muskels zu, wie Galvani behauptet habe; wenn das elektriſche Fluidum auf dieſe oder auf eine andere Weiſe in dem Körper eines Thiers, z. B. eines präparirten Froſches, deſſen Hinterſchenkel in einem mit Waſſer gefüllten Glaſe hängen und deſſen Rumpf mit dem Rückenmark ſich in einem andern Glaſe befinde, ungleich vertheilt wäre; und wenn, bey der angebrachten leitenden Verbindung zwiſchen dem einen Glaſe und dem andern durch einen metalliſchen Bogen, die heftige krampfhafte Bewegung der Schenkel daher rührte, daß das Fluidum

gänz-

gänzlich ins Gleichgewicht gebracht würde, warum, frägt er, erfolgen nicht dieſelben Bewegungen, warum bleibt der Froſch vollkommen ruhig, wenn man ſich ſtatt der Metalle eines andern guten Leiters, einer Saite, eines Holzes, eines Pappenſtreifen, oder anderer Körper, die feucht und mit Waſſer benetzt oder getränkt ſind, oder zweyer Finger als Auslader bedient, oder auch in jedes Glas eine Hand ſteckt? Auf die Einwendung, daß dieß nicht hinlänglich gute Leiter ſeyen, antwortet Volta, daß ſie es mehr als nöthig ſind, wie die oben angeführten Erfahrungen erweiſen, wobey 2, 3, 4 Perſonen, ja bis 15 – 20, und angefeuchtete wollene Bänder, lederne Riemen, Pappenſtreifen, grüne Baumzweige, und lange Strecken von feuchtem Eſtrich, wenn ſie den Zirkel ausmachen halfen, nicht verhinderten, daß der präparirte Froſch erſchüttert werde, daß die Spitze der Zunge den Geſchmack empfand, daß der Boden des Auges einen momentanen Lichtſchein erhielt, ſobald nur ein Theil dieſes Zirkels nahe oder fern von dem Froſche ſelbſt, von der Zunge ſelbſt, von dem Auge ſelbſt, durch zwey verſchiedene Metalle, beſonders von Silber und Zink, die unter einander durch unmittelbare Berührung oder durch andere Metalle dazwiſchen in Verbindung geſetzt waren, gebildet wurde. Hier waren alſo eine lange Reihe von Perſonen, der feuchte Boden und andere benetzte Körper hinreichend leitend, um den Strom der elektriſchen Flüſſigkeit, der den Froſch erſchüttern kann, ohne viele Schwächung durchgehen zu laſſen. Werde man ihm nun noch ſagen, daß eine Perſon allein, welche die eine Hand in das Waſſer des einen Glaſes und die andere in das andere halte, oder ein Streifen von ganz feuchter und naſſer Pappe, oder ein anderer ähnlicher Leiter, nicht gute Leiter ge-

nug

nug ſeyen? Werde man noch behaupten, daß ſolche Körper die Entladung der elektriſchen Flüſſigkeit aus dem Theile, worin man ſie angehäuft annehme, in den andern, worin ſie mangeln ſoll, bey einem Froſche, der auf der einen Seite mit den Füßen, auf der andern mit dem Rumpfe, in zwey Gläſern mit Waſſer hänge, aufhalten oder verzögern? Vielmehr ſollten wir ſagen, daß eine ſolche Ladung, ein ſolcher Ueberfluß und Mangel der elektriſchen Flüſſigkeit in den reſpektiven Organen des präparirten oder nicht präparirten Thiers nicht exiſtire, daß dieß Fluidum vielmehr darin im natürlichen Gleichgewicht ſey, wie in allen andern Körpern; daß folglich der leitende Bogen, der von einer oder mehreren Perſonen, von Leder, von Tuch, von Pappe, oder von einem andern benetzten Körper, überhaupt von nicht metalliſchen Leitern gebildet werde, nichts weiter dabey thun könne, als die Stelle eines Leiters zu vertreten, keineswegs dieß Gleichgewicht ſtören oder aufheben, und keinen Strom der elektriſchen Flüſſigkeit veranlaſſen könne, welcher zu den Nerven und Muskeln des in dem Kreiſe befindlichen Thiers trete, ſie irritire und in Bewegung ſetze; dieſe Effekte erfolgten nur jedesmal dann, wenn in die Kette, woraus der ununterbrochene Kreis beſtehe, metalliſche Körper oder Kohle traten; dieß beweiſe evident, daß dieſe metalliſchen Körper und Kohlen, außer der andern Leitern gemeinſchaftlichen Kraft, das elektriſche Fluidum, das bey geſtörtem Gleichgewicht durch eigene Kraft von einem Orte zum andern zu treten ſtrebe, frey durchgehen zu laſſen, auch noch das bewundernswürdige Vermögen beſäßen, auf dieſes Fluidum, wenn es auch im Gleichgewicht und Ruhe iſt, zu wirken und es in Bewegung zu ſetzen, es ſey nun durch Abſtoßen oder Anziehen; und zwar beſitze das

eine

eine Metall mehr, als das andere, oder thue es in Beziehung auf das andere auf die entgegengeſetzte Art; daher komme es nun, daß, wenn der leitende Kreis unterbrochen ſey, das elektriſche Fluidum in einen beſtändigen Wirbel komme; daß überhaupt die Metalle, viele metalliſche Erze und Kieſe, und die Kohle ſich nicht nur als bloße Leiter verhielten, ſondern überdem als wahre Erreger und Excitatoren der Elektricität. Die ganze Zauberey beruhe alſo auf den Körpern aus der Klaſſe der Metalle, zu welchen man noch, wegen der Aehnlichkeit des Vermögens, einige vegetabiliſche und thieriſche Kohle ſetzen könne.

Wenn es aber ſo ſey, wenn man, ohne dieſe, mit bloßen feuchten Leitern auch in ſehr lebhaften und aufs beſte präparirten Fröſchen ſchlechterdings keine Wirkung erhalte, und im Gegentheil durch Dazwiſchenkunft der erſtern, beſonders bey Anwendung derjenigen, die in Anſehung des angezeigten Vermögens in der Ordnung ſehr von einander abſtünden, z. B. des Silbers und Zinns, oder beſſer des Silbers und Zinks, die ſtärkſten Muskelbewegungen in den ſchwächſten und erſchöpften Fröſchen noch viele Stunden lang, und ſogar einen, zwey und mehrere Tage hindurch, nachdem ſie zerſchnitten worden ſind, und bey mannichfaltiger Abänderung der Verſuche erregt werden; ſo ſey doch wohl Grund vorhanden, ſie vielmehr metalliſche Elektricität als thieriſche zu nennen; denn die Metalle erregten ſie wirklich, und ſie ſeyen es urſprünglich, welche dem elektriſchen Fluidum Bewegung gäben; die lediglich paſſiven thieriſchen Organe fühlten es nur, ſobald es auf dieſe oder auf eine andere Art erregt worden ſey, und ſie durchdringe beſonders die Nerven; dieſe fühlten es um deſto ſtärker, je gedrängter

ter der Strom dieſes Fluidums ſey, der durch ſie gehe, der aber immer durch eine äußere Urſache veranlaßt werde. Werde ſolchergeſtalt den thieriſchen Organen jede eigenthümliche elektriſche Action, die nämlich von einem innern Princip abhange, wieder genommen — müßten wir die ſchöne Idee, welche die erſten Verſuche von Galvani veranlaßten, wieder aufgeben; ſo müßten dagegen die Organe, beſonders die Nerven und die der Willkühr unterworfenen Muskeln als einfache Elektrometer von einer neuen Art und einer bewunderns-würdigen Empfindlichkeit betrachtet werden.

Richard Fowler [d]) hatte bereits für die Verſchiedenheit der Galvaniſchen Erſcheinungen von den elektriſchen folgende Gründe angeführt: 1. ſeyen hier nicht eine, ſondern zweyerley metalliſche Subſtanzen unumgänglich nothwendig; 2. habe der Wille des Thiers keinen Einfluß auf die Hervorbringung dieſer Erſcheinungen, wie dieß in Abſicht der elektriſchen Erſcheinungen beym Zitterrochen der Fall ſey; 3. ſtänden in der Skale der Elektricitätsleiter Kohle und Queckſilber höher, als die thieriſchen Flüſſigkeiten oder Waſſer, dagegen hier der Fall umgekehrt ſey; 4. der auszeichnendſte und wichtigſte Unterſchied zwiſchen Galvanismus und Elektricität beſtehe in der Wirkung auf die Zuſammenziehung oder Reizbarkeit der Thiere und Pflanzen. Elektricität zerſtöre dieſe Kraft, der Galvanismus hingegen mache, daß die Thiere länger reizbar bleiben, und ſchütze ſie vor Fäulniß.

Indeſſen gelang es Volta'n, die bey der Berührung der verſchiedenen Leiter in Action geſetzte elektriſche Materie

d) Experim. and obſerv. relative to the influence lately diſcovered by M. *Galvani* and commonly called animal electricity. Edinb. and Lond. 1793. 8.

Materie durch Hülfe ſeines Condenſators der Elektricität, welcher nach einer neuen Art eingerichtet iſt, und noch weit beſſer durch Nicholſon's Duplikator bis zur Wahrnehmung an einem Elektrometer darzuthun. Weil aber die verſchiedenen Leiter nicht gleiches Vermögen zeigen, bey ihrer Berührung unter einander einen elektriſchen Strom zu veranlaſſen, ſo theilt ſie Volta zu dieſer Abſicht in zwey Claſſen ein: in trockene, welche die erſte Claſſe ausmachen, und wohin vorzüglich die Metalle, die Kieſe und Holzkohlen gehören; und in feuchte Leiter, welche die zweyte Claſſe ausmachen. Allezeit nun, wenn man in einem vollſtändigen Kreiſe von Leitern entweder einen von der zweyten Claſſe zwiſchen zwey unter einander verſchiedene von der erſten Claſſe, oder umgekehrt einen von der erſten Claſſe zwiſchen zwey unter ſich verſchiedene von der zweyten Claſſe bringt, wird zur Rechten oder zur Linken ein elektriſcher Strom veranlaßt, welcher bey Unterbrechung des Kreiſes wieder aufhört, bey Wiederherſtellung deſſelben wieder von neuem veranlaßt wird, und ſo in den reitzbaren Theilen, welche einen Theil des leitenden Kreiſes ausmachen, Empfindung und Bewegung hervorbringt. Volta bewies, daß die elektriſche Action hauptſächlich durch die Berührung zweyer verſchiedenen Metalle mit feuchten Leitern veranlaßt wird, obgleich dieſelbe auch bey Berührung der trocknen heterogenen Leiter unter einander und ſelbſt der feuchten heterogenen Leiter unter einander ſtatt findet.

Hieraus ſchließt nun Volta, daß dieſe neuen Thatſachen das Princip, daß nämlich die Leiter durch heterogene Berührungen, d. i. zwey verſchiedener unter einander, zu Erregern der Elektricität werden, zum Erſtaunen allgemeiner machen, und das ſchöne Geſetz,

welches daraus fließt, beſtätigen: daß nämlich zur Entſtehung eines elektriſchen Stroms nothwendig wenigſtens drey verſchiedene Leiter den Kreis bilden müſſen. Man habe daher gar nicht nöthig, zu irgend einem andern eingebildeten Princip einer eigenthümlichen und aktiven Elektricität der Organe ſeine Zuflucht zu nehmen. So ſind alſo nach Volta's Unterſuchungen die bisherigen Entdeckungen in Anſehung der ſogenannten thieriſchen Elektricität für die Phyſiologie, wie man anfänglich glaubte, nicht aufklärend und fruchtbar geweſen, jedoch aber deſto mehr für die Naturlehre im Gebiete der elektriſchen Erſcheinungen.

Dieſe Theorie von Volta iſt vielfältig beſtritten worden. Die vorzüglichſten Einwendungen ſind von v. Humbold angeführt: 1. Es ſey nicht allezeit eine kettenförmige Verbindung nöthig. Allein bey dem von v. Humbold angeführten Verſuche, welcher dieß beweiſen ſoll, iſt der Mangel der kettenförmigen Verbindung nur ſcheinbar; 2. ſelbſt homogene Metalle brächten eine Wirkung hervor, welches nach Volta's Theorie nicht möglich wäre; denn alsdann würde keine Urſache da ſeyn, wodurch eine einſeitige Strömung der elektriſchen Materie entſtehen könnte, wie der Fall wohl vorhanden ſey, wenn verſchiedene Metalle vorhanden wären. Dieſe beyden Metalle ſeyen z. B. A und B, und der feuchte Leiter $= C$. Die Stärke der Ausſtrömung von C ſey $= x$, die von B $= y = x + a$ und die von A $= z = y + b = x + a + b$, ſo wird der Strom von A durch C und B gehen; denn von A und C iſt der Unterſchied $= a + b$, von A und B aber nur $= b$, und von C iſt er $= a$. Allein Volta hat ſchon bemerkt, daß homogene Metalle unter ſo mancherley Umſtänden ſich befinden können,

daß

daß ſie nicht als homogene, ſondern als heterogene Metalle angeſehen werden müſſen. 3. Der wichtigſte aus Volta's Erfahruug ſelbſt abgeleitete Einwurf iſt dieſer: daß gar kein metalliſcher Leiter nöthig ſey, und ein Nerve, welcher einen organiſch mit ihm verbundenen Muskel berühre, allein ſchon hinreichende Zuckungen hervorbringe. Hier iſt zwar nicht zu läugnen, daß der Muskel nicht nur als leitend, ſondern auch als erregbar wirke, allein deſſenungeachtet findet hier wirklich ein aus drey Gliedern zuſammengeſetzter Kreis ſtatt, welcher in dem Nerven, dem Muskel und der ſie umgebenden Feuchtigkeit beſteht.

D. Well [e]) entdeckte, daß Metalle fähiger gemacht werden, Zuſammenziehungen zu erregen, wenn ſie an verſchiedenen andern Subſtanzen, als an einem andern Metalle, gerieben werden, z. B. an Seide, Wolle, Leder, Fiſchhaut, an der flachen Hand, Siegellack, Marmor und Holz. Er glaubte, es ſey möglich, daß die auf dieſe Weiſe geriebenen Metalle einen gewiſſen Grad von Elektriſirung erhalten haben könnten, der, ſo ſchwach er auch ſey, doch noch hinreichend wäre, auf die Nerven zu wirken, welchen ſie zugeleitet würde. Allein er fand dieſe ſeine Vermuthung auf keinen Fall beſtätigt. Denn 1. ein Metall, welches durch Reiben fähig gemacht wurde, Zuſammenziehungen zu erregen, zeigte keine Veränderung an Bennet's Goldblattselektrometer an; 2. theilten feuchte Subſtanzen dem Metalle, wenn es damit gerieben wurde, das Vermögen mit, Zuſammenziehungen weit ſicherer zu erregen, als wenn ſie trocken waren,

e) Philoſ. Transact. 1795. P. II. p. 246 ſq. in Gren's neuem Journal der Phyſik. B. III. S. 441 f.

ren, und wie bekannt, ſchwächt die Wirkung des Reibens zur Erregung der Elektricität die Dazwiſchenkunft von Flüſſigkeit; 3. wenn die Hand, als ein vollkommner Leiter, eine Anhäufung der Elektricität im Metalle beym Reiben veranlaßt hätte, ſo müßte gewiß eine ſtärkere Wirkung dieſer Art hervorgebracht werden, wenn das Metall dabey vollkommen iſolirt würde, wovon aber das Gegentheil geſchah; 4. mit dem geriebenen Theile eines Metallſtücks berührte er das iſolirte freye Ende des Nerven von einem gehörig präparirten, auf den Fußboden des Zimmers gelegten Gliede eines Froſches, es erfolgten aber keine Zuſammenziehungen. Nachher berührte er damit den Nerven und den Muskel zugleich, worauf ſogleich Zuſammenziehungen erregt wurden. Uebrigens iſt er der Meinung, daß alle hieher gehörigen Erſcheinungen elektriſchen Urſprungs ſind, und daß die Elektricität keineswegs im thieriſchen Körper vor der Applicirung der Metalle ſchon erregt ſey, ſondern erſt von außen her auf die Theile derſelben wirke. Er ſagt, man unterſcheide beſtändig zwey Arten natürlicher Körper als verſchieden, wenn man die unterſcheidenden Merkmale, auch bey der Aehnlichkeit der am meiſten auffallenden Eigenſchaften, bey genauerer Unterſuchung der Zahl nach größer findet, als die übereinſtimmenden. Wenn folglich zwey Subſtanzen mehrere Eigenſchaften mit einander gemein haben, in andern nur wenig verſchieden ſind, und keiner von dieſen Unterſchieden ſchlechterdings einem ſolchen Schluſſe widerſpricht, ſo ſchließen wir mit vieler Zuverſicht, daß ſie einerley ſind, ob wir gleich nicht erklären können, warum ihre Aehnlichkeit nicht vollkommen iſt. Daher haben auch alle diejenigen, welche ſich mit der Unterſuchung der Natur des Einfluſſes, deſſen Wirkungen in den Galvaniſchen Verſuchen

ſuchen ſo offenbar ſind, beſchäftigt haben, ihn ziemlich allgemein und mit allem Rechte für elektriſch gehalten, weil ſeine Leiter und die der Elektricität dieſelben ſind. Man hätte zwar Gründe gegen die Identität beyder Einflüſſe vorgebracht, ſie ſeyen aber theils unerheblich, theils nicht mit hinlänglicher Genauigkeit erwieſen. Was aber beſonders den Einwurf betreffe, daß in keinem Verſuche mit Thieren, welche nach Galvani's Art zubereitet ſind, die Erſcheinungen von Anziehung und Repulſion bemerkt werden, die wir für Zeugniſſe des Daſeyns der Elektricität halten, ſo könnten dieſe bey den Galvaniſchen Verſuchen eben nach den beſtimmten Geſetzen der Elektricität nicht vorfallen. Denn da erwieſen ſey, daß von Natur kein zerſetztes oder freyes elektriſches Fluidum in den Nerven und Muskeln der Thiere zugegen ſey, ſo könne auch kein Zeichen von Anziehen und Abſtoßen darin vor der Applicirung der Metalle oder der Kohle wahrgenommen werden; nach ihrer Applicirung aber werde das Gleichgewicht des Einfluſſes niemals geſtört, ohne daß nicht zu gleicher Zeit die Mittel zu ſeiner Wiederherſtellung verſchafft werden. Um jene Erſcheinungen zu zeigen, müßten die Körper einen merklichen Zeittheil elektriſirt bleiben; auch ſey es bekannt, daß der Uebergang der Ladung einer Leidner Flaſche von einer Belegung zur andern das empfindlichſte Elektrometer an der leitenden Verbindung nicht afficire.

Cavallo und D. Lind beſchäftigten ſich ebenfalls mit dem Galvanismus. Nach ihren Verſuchen ergab ſich folgende Liſte der Leiter, welche nach der Ordnung ihrer Vollkommenheit, der vollkommenſte oben an, ſtehen: 1. hämmerbare Platina, 2. Silber, 3. Gold, 4. Queckſilber, 5. Kupfer, 6.

Meſſing, 7. Zinn, 8. Bley, 9. Eiſen, 10. der menſchliche Körper, 11. Salzwaſſer, 12. reines Waſſer. Indeſſen hält Cavallo dieſe Liſte von Leitern noch nicht für ganz vollkommen, indem eine beträchtliche Verſchiedenheit durch Umſtände veranlaßt werde, die kaum zu bemerken ſind, wohin vorzüglich der veränderliche Zuſtand des präparirten Thiers, die Fläche der dabey gebrauchten Subſtanzen, und die Quantität der Berührung gehöre.

Uebrigens bemerkt Cavallo noch, daß die Eigenſchaft, durch eine metallene oder andere Verbindung zwiſchen den Nerven und Muskeln in Bewegung geſetzt zu werden, nicht wenigen Thieren allein eigen ſey, ſondern ſie ſcheine überhaupt allen Thieren zuzukommen; ein Naturgeſetz, welches wenige Ausnahmen zulaſſe, und auch dieſe wenigen wären noch ſehr zu bezweifeln. Man habe bereits mit mehreren Thieren, welche auf der Erde, in der Luft und im Waſſer leben, Verſuche angeſtellt. An menſchlichen Körpern bey chirurgiſchen Operationen, oder an friſch abgelößten Gliedmaßen, haben ſich, beym Gebrauch der Metalle, Zuckungen gezeigt. Von dem Ochſen und Pferde, bis zur Fliege, hat man die Wirkungen des Metallreitzes zu wiederholten Malen und unbezweifelt wahrgenommen. Bey einigen dauert die Kraft länger, als bey andern; die Bewegungen ſind auch mehr zu bemerken und heftiger nach der verſchiedenen Beſchaffenheit und Stimmung des Thiers. Das Bein eines ſo eben abgeſtorbenen Pferdes ſchlug ſo gewaltig, daß eine ſtarke Mannsperſon mit aller Gewalt den Schlag nicht aufhalten konnte. Kaltblütige Thiere behalten jene Kraft insgemein länger, als warmblütige; aber auch unter denen, welche zu dieſer Claſſe gehören,

bemerkt man eine beträchtliche Verſchiedenheit, welche von der verſchiedenen Stärke oder Reitzbarkeit ihrer Fibern, und vielleicht auch von andern uns noch unbekannten Urſachen herrührt. Die Thiere, welche von dem obigen allgemeinen Geſetze eine Ausnahme zu machen ſcheinen, ſind einige Würmer, einige andere Inſekten, die Auſter und einige andere kleine Seethiere. Allein da die Organiſation dieſer Thiere weder viel Reitzbarkeit zu beſitzen, noch viel Bewegung zu verſtatten ſcheint, ſo kann man annehmen, daß die Wirkung des Metallreitzes zu ſchwach ſey, als daß wir ſie mit unſern Sinnen wahrnehmen könnten. Wirklich habe man auch neuerlich bey verſchiedenen Thieren, von denen man zuvor geglaubt habe, daß die Berührung der Metalle nicht auf ſie wirke, Contraktionen hervorgebracht, nachdem man wirkſamere metallene Verbindungen entdeckt, und an ihnen einige reitzbarere Theile gefunden habe.

In den Jahren 1796 und 97 machte der Profeſſor Creve ſeine fernern Verſuche bekannt. Er unterſuchte die Wirkung des Metallreitzes beſonders bey Asphyxien, und fand, daß die Lebensluft die Erregbarkeit des Froſchſchenkels erhöhe. Er ſtellte auch Verſuche mit dem Herzen an, und fand, daß auch die einer nur unwillkührlichen Bewegung ausgeſetzten Muskeln Erregbarkeit gegen den Metallreitz beſäßen, aber bey weitem nicht in dem Grade und von weit kürzerer Dauer, als die der Willkühr unterworfenen. Turmalin, welcher in Aſche erwärmt war, zog die Nerven, nicht aber die Muskeln an. Auch war Creve einer der erſten, welcher entdeckte, daß zwey ſich berührende Metalle das Waſſer zerſetzen, wenn ſie damit in Berührung gebracht werden. Er tauchte

nämlich die Metalle ins Waſſer, welches durch die Metalle zerſetzt wurde, wobey ſich die Metalle oxydirten. Daher glaubte er auch, daß die elektriſche Materie aus Waſſerſtoff und Wärmeſtoff beſtehe, welche Meinung er aber nachher wieder zurücknahm.

Fabroni f) bemerkte ebenfalls, daß die in wirklicher Berührung befindlichen Metalle eine gegenſeitige Wirkung auf einander äußern, wovon alle Galvaniſche Erſcheinungen abhiengen. Weil die Cohäſionskraft im verkehrten Verhältniſſe der Attraktionskraft zunehme, ſo ſey es, da beyde als neue Gemiſche angeſehen werden könnten, erklärbar, warum ſie jetzt dem Waſſer oder der Atmoſphäre den Sauerſtoff entziehen, welches ſie vorher einzeln nicht vermochten. Dieſelbe Erklärung ließen die bey Anlegung metalliſcher Subſtanzen in dem thieriſchen Körper erfolgenden Phänomene zu; auch hier könne der Sauerſtoff aus einer Verbindung in die andere treten, und ſo vielleicht das Princip des Geſchmacks entbinden. Die Zeichen von Elektricität ſind nach ihm nur Folge, nicht Urſache dieſer Erſcheinung; er gelingt nur äußerſt unvollkommen, faſt ohne wahrnehmbare Aeußerung eines Geſchmacks, wenn man die Zunge ſo trocken als möglich abwiſche. Daher müſſe wohl Speichel, Lymphe oder eine ähnliche Feuchtigkeit die Entſtehung deſſelben begründen helfen, welches vielleicht dadurch geſchehe, daß ſie auf irgend eine Art mit dem durch das zweyte in ſeiner Cohäſion verminderten Metalle ſich zu einem ſchmeckbaren Gemiſche verbinde. Von dieſer chemiſchen Action überzeugte er ſich vornämlich durch Beobachtungen, die er an mehreren unter Waſſer gebrachten Metallen anſtellte; ſie zeigten, daß ſie eine wahre

Oxyda-

f) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. IV. S. 428 f.

Oxydation der Metalle ſey, welche, wie andere Verſuche es beweiſen, mit Anziehung des Sauerſtoffs, und daher mit Licht und Wärmeentwickelung verbunden ſey. In der Ueberzeugung, daß die Empfindung des Geſchmacks, ſo wie der Galvaniſche Lichtſchein, bloß Folge jener chemiſchen Action ſey, ſucht er die Meinungen und Verſuche derer, welche hier Elektricität als wirkend annehmen, zu widerlegen. Er beruft ſich deßwegen auf die Fortdauer jener Gefühle, welche nur Folge eines chemiſchen Prozeſſes, nicht der Elektricität ſeyn könnten, da jener bis zur Zeit der Sättigung, dieſe, der ſchnellen Entladung wegen, nur auf Augenblicke wirke. Wären zur Widerlegung jener Hypotheſe noch fernere Beweiſe nöthig, ſo könnte man dieſe Verſuche ſo abändern, daß das Abhängigſeyn der Phänomene von der chemiſchen Action, und dieſer von der Lage und Oxydationsfähigkeit der Metalle, welche auf die Geſetze der Elektricität nicht den geringſten Bezug haben könnten, vor Augen gelegt würde. Daher müßten dieſer chemiſchen Wirkung zweyer ſich berührenden Metalle, welche ſich durch ihre Oxydation, wie durch das Anſchießen von Salzkryſtallen äußere, auch das Entſtehen jener Empfindungen zugeſchrieben werden.

Nach von Humboldt's Anführung hatte bereits im Jahre 1796 D. Aſch zu Oxford die Entdeckung gemacht, daß Zink und Silber das Waſſer zerſetzen. Sobald nämlich Zink und Silber in Platten befeuchtet und auf einander gelegt wird, ſo oxydirt ſich der Zink, und das Silber überzieht ſich auf ſeiner ganzen Oberfläche mit einem feinen weißen Staube, welcher nichts als Zinkoxyd iſt.

Im Jahre 1795 machte der thätige von Humboldt [g]) ſeine erſten Verſuche über dieſen Gegenſtand bekannt. Auch er fand, daß eine ſehr geringe Verſchiedenheit der Metalle Reitz hervorbringe; das Anhauchen allen war bey gleichen Metallen ſchon hinreichend, den Metallreitz hervorzubringen. Ferner gab er eine Kette an, wobey man willkührlich Reitzung entſtehen oder vergehen laſſen konnte, je nachdem man den darin befindlichen Zink anfeuchtete oder abtrocknete. Dieſe Kette beſtand aus Nerve, Gold, Zink, Gold, Muskel. Die Stelle des Waſſers konnte friſches Muskelfleiſch vertreten. Von Humboldt ließ ſich ſogar auf ſeinem Rücken durch zwey Blaſenpflaſter Wunden ziehen, und galvaniſirte dieſe. Die Erfolge davon waren ein ſchmerzhaftes Pochen und Geſchwulſt, und eine rothe Flüſſigkeit tropfte aus den Wunden. Gehörig präparirte Fröſche hüpften auf ſeinem Rücken, ſobald ihr Nerve ſich nur dem Zink näherte. Morcheln und Schwämme, welche letztere beym Faulen einen thieriſchen faulen Geruch von ſich geben, waren eben ſo gute Leiter, als die Feuchtigkeit, und ein lydiſcher, Kohle enthaltender, Stein aus Thüringen, ſo wie Alaunſchiefer und Vitriolſchiefer, verhielten ſich gerade wie Metalle. Im folgenden Jahre 1796 wiederholte von Humboldt die Verſuche mit den Wunden durch Blaſenpflaſter mit mancherley merkwürdigen Abänderungen. Er bemerkt, daß die Oberhaut wie Glas iſolirt. Den Schmerz in ſeinen Wunden fand er ganz anders, als den durch Elektricität hervorgebrachten. Auch wird nach ihm die Empfänglichkeit der

g) Gren's neues Journ. der Phyſ. B. II. S. 115. 471. B. III. S. 165 f. Crell's chemiſche Annalen. B. II. St. 7. S. 4. Gren's neues Journal der Phyſik. B. IV. S. 171.

der thieriſchen Organe ungemein erhöht, wenn man den Nerven mit kohlenſtoffſaurem Kali (oleum tartari per deliquium) benetzt. Sobald ein Nerve damit befeuchtet worden iſt, ſo werden zwar beym Galvaniſiren gleich anfänglich die Zuckungen um vieles verſtärkt, in dem Muskel ſelbſt aber, im Fall er auf einer Glasplatte ſich ſelbſt überlaſſen ruht, geht keine ſichtliche Veränderung vor. Nach 3 bis 4 Minuten hingegen, beſonders wenn man den Nerven in die Höhe hebt, damit die alkaliſche Auflöſung nach der Inſection des Nerven in den Muskel herabläuft, ſieht man Kennzeichen eines fürchterlichen Stimulus. Der Schenkel, auf einer bloßen Glasplatte liegend, mit keinem Metall oder kohlenſtoffhaltigen Stoff in Berührung, geräth von ſelbſt in die lebhafteſten Zuckungen. Muskeln, aus welchen man alle Lebenskraft entwichen glaubte, weil ihr Nerve mit Zink und Silber, oder Zink und Gold keinen Reitz mehr erregte, zuckten heftig mit gleichartigen Metallen, als ihr Nerve mit der alkaliſchen Auflöſung getränkt war. Thiere, deren Reitzempfänglichkeit durch warme Auflöſungen von Arſenikkalk zernichtet war, zuckten ſogleich lebhaft wieder, als ſie mit dem oleum tartari beſtrichen wurden. Amphibien wurden, beſonders wenn ſie vom Winterſchlafe erwachten, reitzbar befunden. Auch vertheidigte von Humboldt Aldini's Behauptung gegen Volta, daß oft ein Metall hinreiche, die Galvaniſchen Phänomene hervorzubringen (z. B. Queckſilber); ferner behauptete er eine Wirkſamkeit ohne Kette. Wenn man nämlich den Schenkelnerven eines muntern Froſches mit Zink in Berührung bringt, und dieſen Zink mit einem andern Metalle berührt, ſo entſtehen Zuckungen des Schenkels.

D.

D. Michaelis [h]) wiederholte von Humboldt's Verſuche mit Wunden, von Blaſenpflaſter gezogen, an ſich ſelbſt, und fand die Empfindung der durch die Elektricität bewirkten ähnlich. Er armirte ſeine Zunge und den Maſtdarm, und empfand nach der Schließung der Kette ein gelindes Zuſammenziehen in dem Maſtdarme. Auch bemerkte er die Empfindung des Zinks und Goldes in Verbindung mit der Zunge. Wenn zwey durch Muskelfleiſch verbundene Nerven, der eine mit Zink, der andere mit Silber, armirt wurden, ſo fand er, daß bey der Schließung der Kette jener Nerve, bey ihrer Oeffnung aber dieſer am meiſten afficirt werde. Auch konnte er den Reiß durch rauchende Salzſäure und aufgelößtes äßendes Kali, nicht aber durch Phosphorſäure erhöhen.

Indeſſen hatte von Humboldt ſeine fortgeſetzten Verſuche in ein eigenes Werk zuſammengetragen, welches zugleich einige vorläufige Ideen zu einer künftigen vollſtändigen Theorie des Galvanismus enthält, welche aber durch nachherige Erfahrungen nicht als ſtatthaft befunden worden ſind. Von Humboldt führte eine eigene Bezeichnungsart zur Abkürzung ſeines Vortrags ein [i]). Nach ihm wirkt der Galvaniſche Reiß auch durch die irritabeln Wirkungskreiſe der thieriſchen Materie aus der Entfernung durch, und dient zum Mittel, die Größe der Wirkungskreiſe zu beſtimmen, da mit abnehmender Erregbarkeit die geſchnittenen Nervenenden näher an einander gerückt werden müſſen. Von Humboldt ſahe zuweilen Schenkel zucken, wenn er ſich ihnen mit einem Arme der Pinzette nur auf $\frac{3}{4}$ Linien Entfernung nahte. Nach

h) Gren's neues Journal der Phyſik. B. IV. S. 1.

i) Verſuche über die gereitzte Muskel- und Nervenfaſer ꝛc. Berlin 1797. 8. 2 Theile.

Nach ihm iſt die belebte Nervenfaſer als ein fei-nes Anthracoſkop (Kohlenzeiger) zu betrachten. Sie zeigt den kleinſten Theil von Kohlenſtoff an, welcher irgend einem Körper beygemiſcht iſt. Er bemerkte, daß einige Abänderungen des lydiſchen Steins bey den Galvaniſchen Verſuchen ſich, wie die Metalle, reitzend verhielten. Er unterſuchte das Foſſil chemiſch, glühte es mit ätzendem Alkali, und fand eine Spur von Kohlenſtoff, welcher die Urſache des Reitzes war. Weil Morcheln und ausgetrockneter Schinken auch als Leiter dienten, ſo behauptete von Humboldt, daß keineswegs der beygemiſchten Feuchtigkeit, welche hier nicht vorhanden ſey, die Leitung zuzuſchreiben wäre. Auch verſichert von Humboldt, daß er einige, wie-wohl nur ſehr wenige Menſchen gefunden habe, wel-che keine Reitzempfänglichkeit gegen den Galvanismus beſaßen. Zähne, durch Säuren abgeſtumpft, dienten, ſo wie das Zahnfleiſch, zur Erregung der Sinnesem-pfindungen, wenn Zinkplatten daran gelegt werden. Auch brachte Zink in dem innern Naſenknorpel, und damit verbundenes Silber an die Zunge angebracht, Kitzel und Kälte, und zuletzt Nieſen hervor. Wenn er Nerven der Länge nach zertheilte, ſo bewirkten ſie dieſelben Erſcheinungen, wenn nur ein Fäſerchen von ihnen die Belegung berührte, als wenn es von dem ganzen Nerven geſchehen wäre. Bisweilen brachten einerley Metalle, z. B. Gold, Wirkungen hervor, wenn das eine der beyden Stücke erſchütternd mit einem andern Metalle, z. B. Zink, angeſchlagen ward. Wur-den die Verſuche in Lebensluft, in nitröſer Luft, in oxydirtem ſalzſaurem Gas, in Waſſerſtoffgas und in gekohltem Waſſerſtoffgas angeſtellt, ſo war nach ihm bey fünfen dieſer Gasarten keine Erhöhung oder Vermin-derung der Erregbarkeit gegen die in atmoſphäriſcher

Luft

Luft angeſtellten Verſuche zu bemerken. Er und Grapengießer in Berlin, erſterer am Herzen, und dieſer an Gedärmen, fanden die Wirkung des Galvaniſchen Reitzes darauf; daher auch von Humboldt ſchloß, daß die einer unwillkührlichen Bewegung unterworfenen Muskeln eben ſo gut einen Reitz zeigten, als die andern. Der Galvanismus auf Pflanzen gelang von Humboldt nicht. Er fand, daß die Leiter der Elektricität mit Ausnahme einiger wenigen auch Leiter des Galvanismus ſind. Er verwarf aber den Unterſchied zwiſchen Leitern und Erregern. Auch wiederholte er den oben angeführten Verſuch des D. Aſch mit demſelben Erfolg, und bemerkte zugleich, daß während der Oxydation Luftblaſen aufſtiegen.

Uebrigens meint von Humboldt, daß wir in der Kenntniß der organiſchen Materie, wie in der Lehre von der Elektricität, dem Magnetismus, der Verdampfung, der Luft und der Waſſerzerſetzung noch viel zu weit zurück ſeyen, um die großen Erſcheinungen des Galvanismus nur einigermaßen vollſtändig erklären zu können. Er trägt daher die neuern Fakta, abgeſondert von allen theoretiſchen Vermuthungen, vor, doch glaubt er, daß das, was wir bis jetzt über dieſe Gegenſtände wiſſen, zu folgenden Ideen leiten müſſe.

Beymiſchung des Galvaniſchen Fluidums zu den Elementen der Muskelfaſer veranlaßt dieſe Elemente, ihre relative Lage zu verändern, und jede Contraktion iſt Folge eines veränderten chemiſchen Miſchungszuſtandes. In der willkührlichen Muskelbewegung geht, gleichzeitig mit der Idee des Wollens, in dem Seelenorgane oder der Medullarſubſtanz der Nerven, welche Zweige von jenen ſind, ein chemiſcher Prozeß vor, durch welchen mehr Galvaniſches Fluidum plötzlich abgeſchie-

geſchieden, oder in den Nerven geleitet wird. Der Entladung der Nerven folgt daher fibröſe Erſchütterung. Durch die Erſchütterung wird das zugeleitete Galvaniſche Fluidum entweder gebunden, oder verflüchtigt, und die Elemente der Muskelfaſer treten in ihre vorige Lage, d. h. die Turgeſcenz hört auf. Bey Krämpfen oder convulſiviſchen Erſchütterungen geht dieſe plötzliche Sekretion des Galvaniſchen Fluidums krankhaft, d. h. ungleichzeitig mit der Idee des Wollens, vor. Wird ein Muskel gehindert, ſich zu bewegen, ſo ſtrömt die Flüſſigkeit in einen andern, wie die chorea der Kinder zeigt, die mit den Händen ſchlagen, wenn ihnen die Füße gebunden ſind, und unerträgliche Schmerzen empfinden, wenn alle freye Bewegungen an ihnen gehindert ſind, und der krankhaft angehäufte Stoff reitzend auf die Medullarſubſtanz wirkt. Dieſes Fluidum iſt wahrſcheinlich kein Nervenfluidum, ſondern der Muskularfaſer ſo gut als der Nervenfaſer eigen, nur mit dem Unterſchiede, daß es in beyden in ungleicher Menge abgeſchieden wird. Krankhafte Muskelbewegung hat daher ſehr verwickelte Urſachen, da ſie bald von der Sthenie der Nervenfaſer, bald von der Aſthenie der Muskelfaſer herrührt.

Außer der willkührlichen und krankhaften Bewegung muß auch auf folgende Weiſe unter den Bedingungen der Galvaniſchen Verſuche eine Anhäufung vom Galvaniſchen Fluidum in der Muskelfaſer entſtehen. Wenn ein Theil der Nerven frey heraus präparirt wird, ſo wird in dem von der Luft umgebenen Theile der Nerven eine größere Anhäufung von Galvaniſchem Fluidum ſtatt finden, als in dem, welcher von Muskelfleiſch umgeben iſt. Denn wenn in beyden

Theilen

Theilen eine gleiche Menge von dem Galvaniſchen Fluidum abgeſondert wird, ſo muß der Theil, welcher von den leitenden Stoffen umgeben iſt, in einem Zeitmomente ſchlechter geladen ſeyn, als der, welchem weniger Galvaniſches Fluidum von der iſolirenden Luftſchicht geraubt wird. Bringt man daher, nach dem obigen Verſuche, die Muskeln in unmittelbare Berührung mit den entblößten Nerven, ſo muß eine Entladung als Folge der ungleichen Ladung entſtehen. Ob nun gleich die Urſache der Galvaniſchen Phänomene in den belebten Organen ſelbſt liegt, ſo verſtärken Metalle und dergleichen Materien doch die Wirkung, indem ſie der überſtrömenden Flüſſigkeit Hinderniſſe in den Weg legen, welche bey dem ſchnellen Durchgange dann ſehr verſtärkt einwirkt. Nach v. Humboldt iſt das Galvaniſche Fluidum mit der elektriſchen Materie nicht einerley. Doch glaubt er, daß die anhaltende elektriſche Ladung der Metalle, wie der Prozeß der Elektricität und der Oxydation überhaupt, in Rückſicht der Leitung des Galvaniſchen Fluidums mancherley Abänderungen bewirken. Außerdem iſt er der Meinung, daß die Metalle durch die Waſſerzerſetzung nicht zeigen, daß ſie allein die Urſachen der galvaniſchen Erſcheinungen ſeyen.

Von Humboldt's Werk wurde von Jadelot ins franzöſiſche überſetzt, und von demſelben mit mehreren Zuſätzen verſehen. Jadelot nahm mit Humb. an, daß das Galvaniſche Fluidum in den thieriſchen Organen ſelbſt abgeſchieden werde; zum Beweiſe dieſer Behauptung führt er an, daß Maunoir einen Geſichtsſchmerz durch Galvanismus geheilt habe. Aus ſeinen Verſuchen zieht er übrigens folgende Reſultate:

1.

1. In Rückſicht Galvaniſcher Phänomene finden Modifikationen ſtatt, welche durch die Verſchiedenheit der thieriſchen Theile allein bedingt werden. Deßhalb dürften wir vermuthen, daß uns bey gehöriger Vervielfältigung hierher gehöriger Verſuche ein Mittel an die Hand gegeben werde, um die reſpektiven Kräfte gewiſſer Beuge- und Ausſtreckemuskeln gehörig zu meſſen.

2. Das Zwergfell iſt unter allen Muskeln warmblütiger Thiere derjenige, welcher, wo nicht am ſtärkſten, doch am leichteſten Bewegung äußert; dieß allein zeigt Bewegung bey jedem Verſuche ohne Kette, welche außerdem nur bey erhöheter Erregbarkeit gelingen.

3. Die Muskeln und Nerven lebender Thiere ſind mit einer thätigen erregenden Atmoſphäre umgeben, ſo wie ſchon Humboldt lehrte.

4. Der Galvanismus bringt in den Theilen Bewegungen hervor, welche dem Willen keineswegs gehorchen, z. B. im Herzen und Magen.

5. Das Galvaniſche Fluidum warmblütiger Thiere beweiſt ſich auch auf menſchliche Organe wirkſam.

6. Die Galvaniſchen Erſcheinungen finden ohne Dazwiſchenkunft irgend eines fremdartigen Stoffs ſtatt; ſie ſind daher in der Oekonomie lebender Thiere ſelbſt gegründet.

7. Sie äußern ſich ſowohl in einer an zwey Stellen deſſelben Nerven geſchloſſenen Kette, als durch Zuleitung in Organen, die irgend ein Glied dieſer Kette berühren.

8. Dieſer letzte Verſuch ſetzt die Naturforſcher in den Stand, Nerven in Thieren zu entdecken, welche zu fein ſind, um ohne ein ſolches Mittel aufgefunden werden zu können.

 Auch

Auch D. Joh. Chriſt. Leop. Reinhold wiederholte die meiſten von v. Humboldt's Verſuchen, und machte ſeine Entdeckungen in zwey diſſertt. 1797 und 1798 bekannt. Reinhold fand überhaupt weibliche Thiere, Amphibien, Fiſche und Vögel, reitzbabarer als männliche. Auch bey den Fröſchen bemerkte er vor der Begattungszeit und nach derſelben eine periodiſche Reitzerhöhung. In ſeiner diſſert. 1798 trägt Reinhold eine Theorie vor, welche in einigen Stücken von der von Humboldtſchen abweicht. Nach ihm entſtehen nämlich die Galvaniſchen Erſcheinungen durch den Reitz einer Flüſſigkeit, welche allein durch die Lebenskraft in den Nerven abgeſchieden wird, und welche dieſelben Beſtandtheile beſitzt, als die elektriſche und die magnetiſche Materie; nur ſind die Miſchungsverhältniſſe bey dieſen dreyen verſchieden. Dieſe Flüſſigkeit verbinde ſich nun gern mit genäherten Körpern, am liebſten mit organiſchen, und nur in dieſen bringe ſie Erſcheinungen hervor, welche ihren Weg bezeichnen. Wenn nun die Nerven gerade ſo viel abſchieden, als im geſunden Zuſtande nöthig ſey, ſo zeigten ſich keine Erſchütterungen. Wenn hingegen das Gleichgewicht aufgehoben werde, ſo zeigten ſich die Galvaniſchen Erſcheinungen.

Im Jahre 1797 wurde in Frankreich eine eigne Commiſſion zur Unterſuchung der Galvaniſchen Entdeckung von der mathematiſch-phyſikaliſchen Claſſe des Nationalinſtituts niedergeſetzt, welche aus Coulomb, Sabathier, Pelletau, Charles, Fourcroy, Vauquelin, Guyton und Hallé beſtand. Von dieſen wurden ſehr viele, aber meiſtens ſchon bekannte, Verſuche angeſtellt. Die Galvaniſchen Verſuche gelangen auch bey elektriſchen Fröſchen, ohne

daß

daß diese etwas von ihrer Elektricität verloren hatten. Alkohol ſowohl, als auch Opiumauflöſung, ſchwächte oder vernichtete gänzlich die Erregbarkeit. Durch oxydirte Salzſäure wurde aber die Wirkung des Alkohols wieder aufgehoben. Von Humboldt, der damals nach Paris gereiſt war, ſtellte in Beyſeyn der Commiſſion mehrere Verſuche an, welche er noch mit andern bekannt machte.

Während dieſer Zeit hatte ſich auch Ritter in Jena mit dem Galvanismus beſchäftigt. Er glaubte zu finden, wie es von Humboldt in ſeiner eben angeführten Schrift bekannt machte, daß die Galvaniſche Wirkung ſtärker wäre, wenn das mit dem Muskel verbundene Metall dem Sauerſtoffe weniger nahe verwandt ſey, als das mit dem Nerven verbundene. Auch ließ er aus einer Höhe von $\frac{1}{2}$ Zoll von Zink auf Silber, und von Silber auf Zink Nerven herabfallen, wobey ſich Contraktionen, und zwar im erſtern Falle lebhafter als im andern zeigten, welches aber beym Herabfallen auf Glas oder Holz nicht erfolgte. Im Jahre 1798 bewies er: daß im Thierreiche ein beſtändiger Galvanismus den Lebensprozeß begleite. Er entdeckte, daß die Depreſſion wirklich nur örtlich ſey, und beſtätigte das von Volta bemerkte Geſetz der Dreyfachheit der Körper, und zwar ſo, daß aus jeder der beyden Claſſen wenigſtens einer gegenwärtig ſeyn müſſe. Außer den Alkalien, Säuren und Salzen fand er auch die Oxyde, Seifen, Zucker, Alkohol, Pflanzenextrakte und thieriſche Flüſſigkeiten als Erreger des Galvanismus. Seinen Beweis von dem eben angeführten Satze, daß im Thierreiche ein beſtändiger Galvanismus den Lebensprozeß begleite, gründete er darauf, daß ſich im thieriſchen Körper beſtändig eine geſchloſſene Kette vorfinde, wo-

durch mithin eine fortdauernde Wirkung des Galvanismus erzeugt werde, indem dieß jedesmal erfolge, wenn eine wirkliche Kette vorhanden ſey, welche aus zwey trocknen Leitern und einem feuchten, oder zwey feuchten und einem trocknen beſtehe. Im Thierreiche ſey aber dieſe Bedingung gegeben; denn die Kette werde gebildet durch Muskelfaſer, Nerv und Flüſſigkeit. Dabey bemerkt er, daß, wenn beyde Armaturen feſte Leiter ſind, die erſte Zuckung bey Schließung der Kette auf der Seite der Belegung erfolge, welche dem Sauerſtoffe am nächſten verwandt ſey; wäre aber die eine Belegung eine mit Sauerſtoff geſättigte Flüſſigkeit, die andere ein feſter, nicht hinreichend oxydirter Körper, ſo ſey die Zuckung auf der Seite jener Flüſſigkeit; wäre hingegen die Flüſſigkeit noch nicht mit Sauerſtoff geſättigt, aber doch dieſem verwandt, ſo ſey ſie auf der andern Seite. Auch bemerkte Ritter, daß die Galvaniſche Wirkung nicht allein bey Schließung und Oeffnung der Kette erfolge, ſondern auch während der ganzen Zeit des Geſchloſſenſeyns der Kette fortdaure. Bey dem oben angeführten Verſuche mit Zink und Silber im Munde unterſcheidet Ritter ferner eine Verſchiedenheit der Lichterſcheinung, wobey er die Ausdrücke: poſitiven und negativen Lichtzuſtand gebraucht. Der erſtere ſoll, wenn zugleich die Zunge gereitzt werde, mit einem alkaliſchen, der andere mit einem ſäuerlichen Geſchmacke verbunden ſeyn. Auch gab Ritter ein Mittel an, die Stärke der Wirkung zweyer Belegungen, als verhältnißmäßig der Stärke des bey der Schließung der Kette am ſtärkſten ſich zuſammenziehenden Muskels, zu finden. Will man z. B. erfahren, ob Zink und Gold, oder Zink und Kupfer mehr wirke, ſo belegt man den Nerven eines von zweyen unter ſich in Verbindung ſtehenden Muskels mit Gold, den des andern

dieſer Muskeln mit Kupfer, und verbindet dieſe bey-den Metalle mit Zink. Auf der Seite des Goldes entſtehen Contraktionen, mithin iſt dieſes wirkſamer als Kupfer, wenn beyde mit Zink verbunden werden. Ja Ritter wagt ſogar den Unterſchied jener Wirkung zu beſtimmen. Es wird nämlich zwiſchen das Kupfer und den Nerven ein anderer Körper gebracht, welcher allein damit verbunden Zuckungen auf der Seite des Kupfers verurſachen würde. Ein ſolcher iſt nun Gold. Hier folgt nun nie eine Wirkung, woraus Ritter ſchließt: der Unterſchied der Wirkſamkeit des Kupfers und Goldes und der des Zinks und Kupfers iſt gleich der Wirkſamkeit des Goldes und Kupfers. Nun iſt, fährt Ritter fort, der Unterſchied der Verwandtſchafts-grade zum Sauerſtoff von Zink und Kupfer gerade ſo groß, als der von Kupfer und Gold; mithin verhal-ten ſich die durch zwey verſchiedenartige Metalle her-vorgebrachten Wirkungen wie die Verwandtſchafts-unterſchiede für den Sauerſtoff. Wird der Nerve mit Zink, der Muskel mit Silber oder Reißbley belegt, ſo bleibt die Reitzbarkeit anhaltender, wenn die Kette nicht geſchloſſen wird; umgekehrt verhält es ſich, wenn der Nerve mit Silber, und der Muskel mit Zink be-legt werden; alsdann zeigen die Muskeln, wenn ſie in einer geſchloſſenen Kette liegen, beym Oeffnen der-ſelben heftige und anhaltende Erregung, welche bey der Schließung wieder aufhört. Im erſten Falle wird alſo die Erregbarkeit, im zweyten die Erregung vermehrt. Ritter blieb hierbey noch nicht ſtehen. Er wurde durch den merkwürdigen Verſuch des D. Aſch ſogar auf den Ge-danken geleitet, daß auch in der anorganiſchen Natur der Galvanismus wirkſam ſey k). Dieß konnte nun unter

k) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. II. S. 80 f.

unter keiner andern Bedingung behauptet werden, als wenn man völlig anorganiſche Körper auffände, welche in ganz aus anorganiſchen Gliedern gebildeten, wirklich geſchloſſenen Ketten, gleichfalls Veränderungen (ihrer Miſchung u. ſ. w.) erleiden, denen ſie beym Mangel des Geſchloſſenſeyns derſelben nicht ausgeſetzt ſind. Seine erſten Verſuche, welche dieſes erweiſen, ſind folgende:

Wenn man auf eine Glastafel 6 bis 8 Tropfen deſtillirtes Waſſer ſetzt, in dieſes Waſſer in einer Entfernung von 3, 4 bis 5 Linien die glatt geſeilten Grundflächen zweyer Stäbe von verſchiedenen Metallen bringt, ohne daß man dieſelben oben durch ein drittes Stück mit einander verbindet, und dadurch das bildet, was man bey Galvaniſchen Verſuchen die Kette nennt; wenn man ferner auf daſſelbe Glas in einiger Entfernung von dem erſtern eine gleiche Menge Waſſer ſetzt; zwey andere Stäbe derſelben Metalle in die nämlichen Zuſtände verſetzt, dieſe letztern aber oben durch ein drittes Stück verbindet, damit die Kette geſchloſſen werde: ſo wird der Erfolg bey einer Temperatur von 10 bis 15° Reaum. nach 5 bis 6 Stunden dieſer ſeyn: waren nämlich die beyden Metalle Zink und Wismuth, oder Zink und Silber, ſo wird man in der ungeſchloſſenen Kette nur ſehr wenig entſtandenes Oxyd, und zwar Zinkoxyd antreffen, während in der geſchloſſenen die Menge deſſelben ſehr beträchtlich iſt. Bey Zinn und Silber wird man in der ungeſchloſſenen Kette meiſt keine Spur von oxydirtem Zinn wahrnehmen, in der geſchloſſenen aber die Oxydation ſehr ſtark ſeyn. Kupfer allein, oder mit Reißbley, in der ungeſchloſſenen Kette wird einen röthlichen Fleck zeigen, der in der geſchloſſenen weit ſtärker iſt; eben ſo Wismuth. In einem Verſuche fand er ſogar um das

Silber herum, welches er mit kryſtalliſirtem Braunſteinoxyd auf ähnliche Art behandelte, etwas Kalk entſtanden, der ſchwärzlich war, weil der Verſuch im Tageslichte angeſtellt wurde. Da Wärme, wie bekannt, chemiſche Operationen ſehr vielfältig begünſtigt, ſo kam Ritter auf den Gedanken, auch hier von ihrem Einfluß Gebrauch zu machen, und wirklich gelang es ihm, bey einer Temperatur von 70 bis 80° Reaum. das in 4 bis 6 Minuten darzuſtellen, worauf er ſonſt wenigſtens eben ſo viele Stunden warten mußte. Sehr oft ſah er nun bey dem Zink in der geſchloſſenen Kette die ſtärkſte Oxydation, während der in der ungeſchloſſenen Kette kaum noch Zeit gehabt hatte, eine Spur davon zu bilden.

Aber was iſt, frägt Ritter, das Gemeinſame dieſer Erſcheinungen anders: als Beſtimmung einer ſich im Produkte als chemiſch äußernden Thätigkeit, durch dieſelben Bedingungen, deren Reſultat die irritable Faſer contrahirt? was anders als Galvanismus in der anorganiſchen Natur, wie in der organiſchen? Daſſelbe Metall wird hier in ſeiner Oxydabilität erhöht, auf deſſen Seite im Galvaniſiren thieriſcher Theile ein reitzendes Organ am ſtärkſten oder allein contrahirt wird; daſſelbe Metall, welches, wenn das mit ihm verbundene andere in Säuren aufgelößt wäre, dieſes aus denſelben metalliſch niederſchlagen würde, gleichſam als wäre es eine Kraft, welche Muskelfaſern erſchüttert, und Metalle in ihre Elemente auflößt.

Von Humboldt hatte in ſeinem Verſuche über die gereitzte Muskelfaſer B. II. S. 454. durch einen Verſuch erwieſen, daß die Nerven durch poſitive Elektricität eben ſo wie durchs Galvaniſiren erſchüttert würden. Dieſelbe Erſcheinung fand auch Ritter bey

der negativen Elektricität. Wenn man nämlich auf einer Glastafel von zwey friſchen, wie für Galvaniſche Verſuche, präparirten Froſchſchenkeln den Nerven des einen auf eine Platte Silber, den andern auf eine Platte Zink legt, und beyde Platten durch ein Stück Metall, etwa Eiſen, verbindet, oder ſie unmittelbar in Berührung bringt, ſo wird man hierbey gewöhnlich, ſobald die Schenkel oder ihre Nerven nicht noch ſonſt wo mit einander verbunden werden, keine Zuckungen bemerken. Nun lade man eine Leidner Flaſche entweder ſo weit, daß ſie, wenn ſie jetzt entladen würde, noch keine merkliche Commotion gäbe, oder lade ſie ſtark und entlade ſie wieder, und bringe nun, indem man die Flaſche an der äußern Belegung faßt, den Knopf mit dem einen der ſich berührenden Metallen in Berührung. Iſt die innere Belegung poſitiv geladen, ſo werden bey ſtarker Ladung zwar beyde Schenkel anfangs ſcheinbar gleich ſtark bewegt werden, bey wiederholten Berührungen aber wird deutlich die Contraktion des Schenkels ſchwächer werden, deſſen Nerve auf dem Silber liegt, und bald wird ſie bis zum Verſchwinden aller Contraktionen nur noch in dem mit dem Nerven auf dem Zink liegenden Schenkel allein zu ſehen ſeyn. Iſt die Ladung der genannten Belegung hingegen negativ, ſo wird das Verhältniß gerade das umgekehrte ſeyn, d. i. am ſtärkſten und ganz allein wird der mit ſeinen Nerven auf dem Silber liegende Schenkel zucken. Legt man zwey Schenkel mit ihren Muskeln, den einen auf Silber, den andern auf Zink, ſo wird bey poſitiver Elektricität der auf dem Silber liegende Schenkel am ſtärkſten oder allein contrahirt werden; nur gehören hier bey gleichen Erregbarkeiten ſtärkere Mengen Elektricität dazu, um gleiche Wirkungen hervorzubringen. Deſſenungeachtet meint

meint Ritter, werde.. wir hieraus nicht, wenigſtens hieraus allein nicht auf die Identität des Princips Galvaniſcher Wirkſamkeit mit dem der elektriſchen ſchließen dürfen, da genauere Beobachtungen der Phantaſie Schranken ſetzen. Dagegen werde ein deſto freyeres Spiel derſelben als Vorläufer der Wahrheit vergönnt ſeyn, wenn es, was mehr als wahrſcheinlich ſey, bald entdeckt werden würde, daß die entgegengeſetzten Elektricitäten auch für wirkliche Stimmung chemiſcher Prozeſſe ſich eben ſo entgegengeſetzt verhielten.

Von Arnim [1]) wurde durch Ritter's merkwürdigen Verſuche aufgemuntert, Verſuche über die Wirkung der Kettenverbindung auf die Beſchleunigung des chemiſchen Prozeſſes anzuſtellen, deren Reſultate dieſe ſind:

1. Die Wirkung der Berührung verſchiedener Körper auf ihre Oxydation findet auch bey Nichtleitern, die Wirkung der Kettenverbindung nur zwiſchen Leitern der Elektricität ſtatt. Von Arnim bemerkt, daß aus dem Aſchiſchen von v. Humboldt beſtätigten Verſuche über die Oxydation des Zinks auf dem Glaſe das Gegentheil des erſtern zu erhellen ſcheine. Zur Prüfung legte er eine Stange Schwefel auf einen ſtarken, polirten Eiſendrath, und ſtellte ihn in ein Glas; einen zweyten Drath mit einem gleichen Stücke Schwefel, doch ohne daß ſich beyde berührten, in ein anderes Glas; beydes ſetzte er einer mäßigen Wärme aus. Nach einiger Zeit war das Eiſen im erſten Glaſe ganz mit ſchwarzem Eiſenoxyd überzogen, das ſich nur an der einen Seite, aber wenig, mit dem Schwefel verbunden hatte. Wenn er dagegen Schwefel in die Kette brachte,

1) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. V. S. 52 f.

brachte, ſo war ſie völlig unwirkſam. Dieſer oxydirten Wirkung des Schwefels ſchreibt auch von Arnim die reitzende Wirkung auf das Keimen des Saamens zu, welche v. Humboldt beobachtete.

2. Die Wirkung des Schwefels in der Beförderung der Oxydation ſteht im Verhältniß mit ſeiner Verwandtſchaft gegen das Metall. Auf Eiſen, Queckſilber und Zink legte er Schwefelſtangen, übergoß ſie mit Waſſer, und brachte alle in einerley Temperatur; dieſelben Metalle legte er einzeln in drey andere mit Waſſer gefüllte Gläſer. Nach gleicher Zeit war das Eiſen viel ſtärker als in dieſen, das Queckſilber etwas mehr, das Zink gar nicht mehr als in dieſen verkalkt.

3. Auch die Kettenverbindung bedarf zur ſtärkern Oxydation im Waſſer die Gegenwart der atmoſphäriſchen Luft. — Fabroni habe die Nothwendigkeit ihrer Gegenwart in den Berührungsverſuchen bemerkt. Um nun zu verſuchen, ob daſſelbe auch in den Kettenverbindungen ſtatt finde, bedeckte er die Oberfläche des Waſſers der einen mit Oel, die andere blieb frey. Nur bey der letztern konnte er verſtärkte Oxydation bemerken. Die Wirkung der Gegenwart der Luft zeigte ſich ihm auch bey der Auflöſung des Zinks in Queckſilber. Zwey gleiche Glasröhren, die auf Queckſilber ſtanden, worauf Zinkſtangen lagen, wurden mit Waſſer gefüllt; die eine war über dem Waſſer zugeblaſen, die andere offen. Da nun Oxydation die Amalgamation verhindert, ſo hatte ſich in dem verſchloſſenen Gefäße noch einmal ſo viel Zink aufgelößt, als in dem andern.

4. Auch in Berührung mit der Luft wirkt das Oxyd eines Metalls von geringerer Anziehung zum Sauerſtoffe oxydirend auf die Berührungs-, wie auf die Kettenverſuche. — Fabroni habe dieſe Wir-

kung nur beym Ausfluß der Luft gefunden. Er legte ſchwarzen, oft ausgewaſchenen Silberkalk in zwey Gläſer; in das eine brachte er eine Kettenverbindung aus Eiſen und Zink; in das andere beyde Metalle, aber ohne Verbindung; in ein drittes brachte er ebenfalls jene Kettenverbindung; in ein viertes die Metalle getrennt; alle viere wurden mit Waſſer gefüllt. Kein Verſuch, ſagt v. Arnim, kann geſchickter ſeyn, die Wirkung der Kettenverbindungen darzuthun, als dieſer. In dem erſten Glaſe war faſt die ganze Oberfläche wie ein Stern mit Zinkoxyd beſetzt, auch war viel auf den Boden des Gefäßes gefallen; es war viel mehr Zinkkalk als in allen übrigen erzeugt, auch in dem zweyten hatte ſich mehr als im vierten gebildet. Ob der Silberkalk wirklich zum Theil entſauerſtofft werde, konnte er wegen der Vermiſchung mit dem Zinkkalke nicht entſcheiden. Das Hornſilber ſchien mehr reducirt dadurch. Eben dieſe Erſcheinungen zeigten ihm auch die Berührungsverſuche.

5. Die Kettenverbindung und die Berührung wirken nicht nur oxydirend auf das oxydirbare Metall, ſondern ſie verhindern auch die Oxydation des weniger oxydirbaren. Er hatte ſchon einigemal bemerkt, daß in den Kettenverbindungen aus Eiſen und Zink jenes weniger als bey der Trennung verkalkt werde, und bemühte ſich daher, dieſen Unterſchied noch ſichtbarer zu machen. Dieß gelang ihm auf mehrere Art. Zuerſt in Gläſern, worin Silberkalk lag. Noch beſſer, wenn er ſtatt des Waſſers ſalpeterſaure Silberauflöſung mit vielem Ueberfluß an Säure nahm. Nachdem er beyde, ſowohl die Kette als die beyden einzelnen Metalle, gleich lange hatte auflöſen laſſen, wobey er in der Stärke des Aufbrauſens keinen ſehr merklichen Unterſchied wahrnahm, war die Flüſſigkeit der

Kette grün, die letztere gelb. Das Eiſen hatte folglich in der Kette einen geringern Grad der Oxydation angenommen. Auch ſchien es ihm, als wenn ſich bey der Reduktion des Kupfers aus der Verbindung mit Schwefelſäure durch Eiſen und Zink mehr Kupfer an das Zink in der Kette, als an das einzelne Zink angeſetzt, aber weniger Kupfer an das Eiſen in der Kette, als an das einzelne Eiſen angeſetzt habe; doch waren dieſe Unterſchiede nicht ſo groß, daß ſie nicht auch durch zufällige Umſtände hätten hervorgebracht werden können. Auf die ſtärkere Oxydation des oxydirbaren Metalls wirke die Kettenverbindung ebenfalls ſtark. Er legte Eiſen und Zink verbunden in ſalzige Säure, und auch getrennt in andere Gefäße. Die Kettenverbindung ſchien etwas ſtärker aufzubrauſen. Nach einer Stunde ſchwamm eine Menge ſchwarzes unvollkommenes Zinkoxyd in den andern, aber in dieſem nur ſehr wenig, und ſelbſt das war grau.

Einen auffallenden Erfolg hatte auch der Verſuch, als er in zwey Gläſer voll geſättigtes ſchwefelſaures Eiſen, in das eine Kupfer und Eiſen verbunden, in das andere getrennt ſtellte. Beyde ſuchte er in gleiche Wärme zu bringen, und nach einigen Stunden war das Kupfer in der Verbindung, ſo weit es in der Flüſſigkeit ſtand, ſchwarz, das andere gelb überzogen, auf dem Boden beyder Gefäße lag viel gelber Eiſenkalk.

Voltaſche Säule, und damit gemachte Entdeckungen.

In einem Zeitraume von etwa 9 Jahren waren ſchon die wichtigſten Entdeckungen in Rückſicht des Galvanismus gemacht, und man hatte bereits angefangen, Theorien auf dieſe Entdeckungen zu gründen,

als Volta ganz unerwartet eine von ihm erfundene Vorrichtung bekannt machte, welche aus einer Verbindung mehrerer einzelner Ketten beſteht, und welche man mit Recht Voltaſche Säule, auch wohl Galvaniſche Batterie, Galvaniſche Säule genannt hat. Volta machte die Beſchreibung davon und die damit angeſtellten Verſuche zuerſt der Londner Societät in Briefen an ihren Präſidenten Sir Joſeph Banks, wovon der erſte Como den 20ſten März 1800 datirt iſt, bekannt [m]). In Deutſchland wurde dieſe Säule zuerſt aus Voigt's Magazin und Gilbert's Annalen bekannt.

Volta's Einrichtung dieſes Werkzeugs iſt folgende: Man nimmt irgend eine Anzahl Platten von Silber, oder auch von Kupfer; eine gleiche Anzahl von Zink oder Zinn, und eine gleiche Anzahl Scheiben oder Stücke von Kartenblättern, Leder, Zeug, Pappe u. ſ. f., welche eine Zeitlang Feuchtigkeit in ſich behalten können; dieſe Scheiben werden mit Waſſer, beſſer mit alkaliſchen Laugen getränkt. Statt der ſilbernen oder kupfernen Platten können auch große Geldſtücke genommen werden. Alle dieſe Scheiben oder Platten legt man ſo über einander, daß ſtets auf ein Silberſtück eine Zinkplatte und eine feuchte Pappſcheibe; dann wieder Silber, Zink, feuchte Pappe u. ſ. w. folgen. Iſt in dieſer oder in einer andern Folge, worin nur die drey Subſtanzen ſtets abwechſelnd liegen müſſen, der ganze Vorrath an Platten und Scheiben über einander gebaut, ſo iſt der Apparat fertig.

Da Volta die Galvaniſche Action mit der elektriſchen für identiſch hält, ſo glaubt er, daß der Apparat

m) Philoſ. Transact. for 1800. Vol. II. N. 17 f.

parat in dieſem Zuſtande einen beſtändigen elektriſchen Strom durch jeden Leiter erzeuge, welcher die obere Zinkplatte und die untere Silberplatte in Verbindung bringt; und iſt dieſe leitende Verbindung ein thieriſcher Körper, ſo empſängt er bey jeder Berührung, durch welche die Kette völlig geſchloſſen iſt, einen Schlag; z. B. ſo oſt man, während man mit der einen Hand die untere Platte berührt, die andere Hand an die obere Platte bringt. Der Schlag gleicht dem einer ſchwach geladenen Batterie von unermeßlicher Oberfläche, und die Intenſität deſſelben iſt ſo geringe, daß er nicht durch die trockne Haut dringen kann. Um ihn alſo zu erhalten, muß man entweder die Hände naß machen, in jede ein Stück Metall nehmen, und damit die äußern Platten berühren, oder dieſe Platten mit abgeſonderten Gefäßen voll Waſſer in Verbindung bringen, und in dieſe die Hände tauchen. Der Schlag iſt deſto ſtärker, je größer die Anzahl der Platten iſt. Bey 20 Stücken dringt er nur in die Arme; bey 100 bis in die Schultern. Der Strom wirkt auf das thieriſche Syſtem, ſowohl während die Kette vollkommen iſt, als in dem Augenblick des Erſchütterungsſchlags; und da, wo die Haut verletzt iſt, iſt ſeine Wirkung außerordentlich ſchmerzhaſt.

Daß dieſe Wirkung wirklich durch Elektricität geſchehe, glaubte Volta vermittelſt des Condenſators zu beweiſen, weil er damit die Art der Elektricität beſtimmte, und durch ſie Funken erhielt. Er fand, daß die Wirkung des Apparats auf eine Wunde ſtärker und ſtechender iſt, wenn er ſie an die Minusfläche deſſelben hielt, d. h. da, wo die Elektricität aus der Wunde herausſtrömt, wie man das auch bey den gewöhnlichen elektriſchen Funken bemerkt.

Volta

Volta erklärt dieſe Erſcheinung daher, daß es eine Eigenthümlichkeit der Körper, die ein verſchiedenes Leitungsvermögen für Elektricität haben, ſey, in Berührung mit einander ein Strömen der elektriſchen Materie zu veranlaſſen. So ſoll, wenn ſich Zink und Silber unmittelbar berühren, ein ſtark leitender Andrang, wenn ſie aber durch Waſſer in mittelbarer Verbindung ſtehen, ein ſchwächer leitender Andrang veranlaßt werden. So oft dieſer Fall eintritt, ſoll in dem gemeinſchaftlichen Vorrathe der Elektricität ein Strom oder Umlauf hervorgebracht werden.

Da die verſchiedenen Leiter dem elektriſchen Strome Widerſtand leiſten, ſo, bemerkt er, können ſich die Metalle an einem einzigen Punkte berühren, oder zuſammengelöthet ſeyn; die feuchten Oberflächen müſſen aber eine größere Ausdehnung beſitzen.

Viele Verſuche haben ihn überzeugt, daß der Erfolg derſelbe iſt, wenn ſich Silber und Zink berühren, oder wenn verſchiedene andere Metalle die Verbindung zwiſchen ihnen ausmachen, ſo fern ſich nur das Waſſer mit dem Zink und dem Silber allein in Berührung befindet. Nimmt man Zink, ſo iſt Salzwaſſer den alkaliſchen Laugen vorzuziehen; das Gegentheil findet ſtatt, wenn man Zinn anwendet. Durch Erhöhung der Temperatur wird die Wirkung ſehr verſtärkt.

Es überraſchte ihn, daß der Galvaniſche Lichtblick bey dieſem Apparate nicht heftiger, als bey einigen Paar Platten war. Doch wurde er ſchon erzeugt, wenn man den Conduktor, welcher die Kette machte, an irgend eine Stelle des Geſichts, ja ſchon, wenn man ihn nur an die Bruſt hielt. Die Wirkung war am ſtärkſten, wenn man die berührende Platte zwiſchen

ſchen die Zähne nahm, ſo daß ſie auf der Zunge lag; es entſtanden dann Convulſionen in den Lippen und in der Zunge, Bliz vor den Augen und Geſchmack im Munde.

Als er zwey abgeſtumpfte Sonden in die Ohren geſteckt hatte, ging beym Oeffnen der Kette ein Schlag durch den Kopf, mit krachendem und brauſendem Geräuſch; ein Verſuch, den Volta nicht zu wiederholen wagte. Dem Organ des Geruchs ließ ſich dieſe Elektricität nicht empfindbar machen, und zwar, wie Volta meint, weil ſie ſich nicht frey in der Luſt verbreiten kann.

Um das Austrocknen der feuchten Scheiben zu verhindern, wodurch der Apparat unwirkſam wird, ſchloß Volta zwey ſolche Säulen, jede von 20 Stücken, in Wachs oder Pech ein, und ſo behielten ſie Wochen lang ihre Wirkung.

Für die belehrendſte Anwendung hält Volta folgende: eine Reihe von Gläſern, oder von Bechern, die nur von Metall ſeyn dürfen, wird mit warmem Waſſer oder einer Salzauflöſung angefüllt, und in jedes Glas eine Zink- und Silberplatte getaucht, die ſich aber nicht berühren dürfen. Jede Platte muß einen verlängerten Streifen oder Haken haben, vermittelſt welcher die Platten der verſchiedenen Gläſer ſich ſo in Verbindung ſetzen laſſen, daß das Zink des erſten Glaſes das Silber des zweyten, das Zink des zweyten das Silber des dritten Glaſes u. ſ. f. berührt, bis Zink und Silber aller Gläſer auf dieſe Art verbunden ſind. Die Schließung der Kette zwiſchen dem erſten und letzten Glaſe bringt den Schlag hervor. Die in das Fluidum gelegten Platten ſollen 1 Quadratzoll groß,

ihre

ihre über das Waſſer hervorreichenden Streifen können aber nach Belieben ſchmal ſeyn. Dieſe Vorrichtung nennt Volta den Becherapparat.

Zuletzt bemerkte Volta noch, daß ſein neuer Apparat die größte Aehnlichkeit mit dem elektriſchen Organ des Krampfſiſches habe.

In England wurden Volta's Verſuche ſehr bald wiederholt. Banks theilte Volta's Brief an Antony Carlisle mit, und dieſer errichtete ſchon in demſelben Jahre den 30ſten April einen Voltaſchen Apparat aus 17 halben Kronenſtücken und einer gleichen Anzahl Zinkplatten und Pappſcheiben, die in Salzwaſſer getränkt wurden. Die dabey befolgte Ordnung war: Silber, Zink, Pappe, und ſo in der Reihe fort, daß alſo immer das Silber zu unterſt, nämlich unter den Zink kam. Dieſe Säule gab den oben beſchriebenen Schlag, und, wo die Haut verletzt war, eine ſehr ſtechende Empfindung. Carlisle und Nicholſon ſuchten ſich zuerſt zu überzeugen, ob dieß eine wahre elektriſche Erſcheinung ſey. Deßwegen ſetzten ſie die Säule auf ein Bennetſches Goldelektrometer, und machten die Verbindung zwiſchen der obern Platte der Säule und dem metallenen Fußgeſtelle des Inſtruments durch einen Drath. Die Goldblätter hätten aus einander fahren ſollen, da der Umlauf oder der Strom des Schlags durch ſie durchgehen mußte; ſie zeigten aber keine Spur von Elektricität. Hierauf wurde Nicholſon's Elektricitätsverdoppler angewandt, welcher zuvor durch 20 Umdrehungen, während deren er in Verbindung mit der Erde ſtand, von aller Elektricität befreyt wurde. Die eine Scheibe des Verdopplers wurde mit der Deckplatte des Elektrometers und der untern Silberplatte des

Voltaſchen Apparats, und die andere Scheibe nebſt der Kugel des Verdopplers mittelſt eines unelektriſirten Kupferdraths mit der Oberplatte der Säule in Verbindung gebracht. So entſtand in dem Elektrometer eine negative Elektricität. Wiederholte Verſuche dieſer Art zeigten, daß das Silberende des Apparats ſich immer im Minus-, und das Zinkende im Pluszuſtande befand.

Durch Verſuche zeigte es ſich, daß der Voltaſche Apparat durch alle gewöhnlichen Leiter der Elektricität hindurch wirkt, nicht aber durch Glas und andere Nichtleiter.

Carlisle bemerkte, daß, als ein Tropfen Waſſer auf die obere Zinkplatte gebracht ward, um der Berührung gewiſſer zu ſeyn, er um den berührenden Drath herum Gas erzeugte, welches, ſo wenig es auch war, doch wie Waſſerſtoffgas zu riechen ſchien. Dieſe Bemerkung gab Veranlaſſung, den Galvaniſchen Strom durch zwey Meſſingdräthe zu führen, welche ſich in einer mit Korkſtöpſeln verſchloſſenen $\frac{1}{2}$ Zoll weiten Glasröhre voll friſchem Flußwaſſer $1\frac{3}{4}$ Zoll von einander endigten. Der eine Drath dieſes Apparats wurde mit der obern, und der andere mit der untern Platte in Berührung gebracht. Sogleich erhob ſich in der Röhre aus der Spitze des untern mit dem Silber verbundenen Draths ein feiner Strom kleiner Luftbläschen, und die darüber ſtehende Spitze des obern Draths fing an anzulaufen, und wurde zuerſt dunkelorange, dann ſchwarz. Als die Glasröhre umgekehrt ward, ſtieg das Gas aus der andern Spitze, die nun, wie die untere, mit dem Silber verbunden war, während die obere ebenfalls anlief und ſchwarz wurde. Die Röhre wurde aufs neue umgekehrt, wo

bey

bey die Erſcheinungen wieder, wie zuerſt, erfolgten. Die Spitze des obern Draths ſtieß nach und nach weiße häutige Wölkchen aus, die ſich zu Ende des Prozeſſes erbſengrün färbten, und in ſenkrechten Fäden von dem äußerſten halben Zolle des Draths herabhingen. Das, was herabfiel, trübte das Waſſer, und legte ſich größtentheils in blaßgrüner Farbe auf die untere Fläche der Röhre, welche in dieſer Lage des Apparats einen Winkel von 40° mit dem Horizont machte. Der untere Drath von $\frac{3}{4}$ Zoll Länge ſtieß beſtändig Gas aus; brachte man aber überdieß noch einen andern ununterbrochenen Drath an den Apparat an, ſo hörte dieſe Gasentbindung ſogleich auf; nahm man dieſen letzt erwähnten Drath weg, ſo erſchien das Gas wie zuvor, aber nicht augenblicklich, ſondern erſt nach 4 Schlägen einer Halben-Sekundenuhr. Das ganze während $2\frac{1}{2}$ Stunden entbundene Gas betrug $\frac{2}{30}$ eines Cubikzolls. Gemiſcht mit einer gleichen Menge atmoſphäriſcher Luſt explodirte es bey Annäherung eines brennenden gewichſten Fadens.

Bey dieſem Verſuche hatte man Zerſetzung des Waſſers erwartet; daß ſich aber der Waſſerſtoff ſtets nur an dem Ende des einen Draths entwickelte, während ſich der Sauerſtoff mit dem andern verband, war vor jetzt unerklärbar, und ſchien auf irgend ein allgemeines Geſetz der Wirkungskreiſe des Galvanismus in chemiſchen Operationen hinzuweiſen. Nach dem Reſultate mehrerer Verſuche ſchien es, daß die Zerſetzung des Waſſers deſto ſtärker vor ſich geht, je näher ſich die beyden Drathenden ſind; daß ſie aber ganz aufhört, wenn ſie ſich berühren. Ueberhaupt ward bemerkt, daß der Prozeß der Waſſerzerſetzung auch zwiſchen jedem Paar Platten, ſowohl in der Säule,

 als

als in dem Apparate mit Gläſern vor ſich gehe, wo- bey der Zink auf der naſſen Oberfläche verkalkt, und zugleich Waſſerſtoffgas entbunden wird.

Auch verſuchte Carlisle die Zerſetzung des Waſſers durch ſolche Metalle zu bewirken, die ſich ſchwer verkalken. Er befeſtigte nämlich zwey Platina-dräthe, von welchen der eine rund und $\frac{1}{40}$ Zoll ſtark, der andere von derſelben Art breit geſchlagen war, in eine kurze Röhre von $\frac{1}{4}$ Zoll innerm Durchmeſſer. Als dieſer Leiter mit der Säule in Verbindung gebracht wurde, gab der mit dem Silber verbundene Drath einen ſehr reichlichen Strom feiner Luftbläschen; und auch aus dem mit Zink verbundenen Drathe kam ein Luftſtrom, doch minder ſtark, hervor. Dabey zeigte ſich weder Trübung des Waſſers, noch Verkalkung und Anlaufung der metalliſchen Dräthe, ob- gleich die Operation 4 Stunden lang fortgeſetzt wurde. Er vermuthete natürlich, daß der von der Silberſeite herkommende größere Strom Waſſerſtoffgas, der klei- nere von der Zinkſeite herſtrömende Sauerſtoffgas ſey. Starke Goldblättchen ſtatt der Platinadräthe gebraucht brachten dieſelben Erſcheinungen hervor. Wurde ſtatt des einen Goldblättchens ein Meſſingdrath genommen, und dieſer mit der Silberſeite verbunden, ſo entwickel- ten ſich die beyden Gasarten, wie zuvor, 2 Stunden lang, ohne eintretende Verkalkung. Verband er aber den Meſſingdrath mit der Zinkſeite, ſo wurde er auf die nämliche Art wie bey zwey Meſſingdräthen ver- kalkt. Durch dieſe einfach ſcheinende Zerſetzung des Waſſers mittelſt der Platinadräthe ohne Verkalkung erhielt man ein Mittel, die beyden entwickelten Gas- arten beſonders aufzufangen. Nachdem der Prozeß 13 Stunden gedauert hatte, ward eine jede Gasart in

beſon-

beſondere Gefäße gebracht. Das von der Zinkſeite ausſtrömende Gas betrug 72 Gran, das von der Silberſeite 142 Gran und das ganze Gasprodukt 1,17 Cubikzoll. Das Gas von der Zinkſeite zog ſich beym Zuſatze von 1 Maß Salpetergas auf 1,25 zuſammen, das Gas von der Silberſeite bey gleicher Behandlung auf 1,6 und die Stubenluft auf 1,28. Das Gas von der Zinkſeite war zum Verpuffen zu wenig; das von der Silberſeite verpuffte aber mit $\frac{1}{3}$ atmoſphäriſcher Luft unter einem lauten Knall. Alle dabey gemachten Beobachtungen ließen vermuthen, daß es nicht wahrſcheinlich ſey, daß beyde Dräthe Sauerſtoffgas gegeben, ſondern daß vielmehr die beyden Gasſtröme ſich während des Prozeſſes mit einander vermiſcht hätten [n]).

Bey einer ſehr großen Säule bemerkten Carliele und Nicholſon im Finſtern oft Funken, und während der Exploſion ſahen ſie um die Mitte derſelben bisweilen einen Lichtſchein. Sehr verdünnte Salzſäure und Kupferdräthe gaben keine Gasentwickelung, wenn die Dräthe ſehr entfernt von einander, wohl aber, wenn ſie ſehr nahe waren. Späterhin entſtand ein Kupferbaum. Auf ein empfindliches Thermometer zeigte das Waſſer in der Röhre keine Einwirkung.

William Cruikſhank [o]) errichtete ſich eine Säule, die aus Zink- und Silberplatten beſtand von ohnge-

n) *Nicholſon's* Journal of natural philoſophy. Vol. IV. p. 197. in Gilbert's Annal. der Phyſ. B. VI. S. 540.

o) *Nicholſon's* Journal of natural philoſophy. Vol. IV. p. 187.

ohngefähr 1,6 Quadratzoll oberer Fläche, deren er 40 bis 100 zuſammenſetzte. Zum Anfeuchten der zwiſchenliegenden Pappſcheiben fand er liquides ſalzſaures Ammoniak beſſer als gemeines Waſſer. War dieſer Apparat in voller Wirkung, ſo erhielt er, wenn er die beyden Enden der Säule durch einen Leiter verband, aus ihnen Funken, welche im Tageslichte vollkommen ſichtbar waren, und hörte dabey einen ſchwachen Knall oder ein Kniſtern. Der unter dieſen Umſtänden ausbrechende Schlag war ſehr ſtark, und ein Goldblattelektrometer, das ſich als ein Glied in der Verbindungskette befand, wurde ſehr merklich afficirt. Reine Silberdräthe als Verbindungsmittel durch Waſſer gaben an der Minusſeite Gas, an der Plusſeite Silberoxyd. Das Gas war ein Gemiſch aus 3 Theilen Waſſerſtoffgas und 1 Theil Sauerſtoffgas. Wurde dem Waſſer Lakmustinktur zugeſetzt, ſo röthete es ſich an dem Plusdrathe; Fernambuktinktur aber wurde an der Seite des Minusdraths ganz dunkel, dagegen die an der Seite des Plusdraths befindliche ganz ausbleichte. Das Silberoxyd hielt Cruikſhank für ein Silberſalz. Als er ſtatt des Waſſers eine Auflöſung von eſſigſaurem Bley mit Eſſig nahm, ſo dauerte die Entbindung nur kurze Zeit, und am Minusdrathe ſetzte ſich alsdann reguliniſches Bley in Kryſtallen an, während der andere Drath noch einiges Gas entwickelte. Bey einer Auflöſung des ſchwefelſauren Kupfers entſtand ein reguliniſcher Knopf vom Kupfer auf dem Minusdrathe, der ſo feſt aufſaß, daß er ſich nicht abbringen ließ. Salpeterſaures Silber gab einen ſchönen in nadelförmigen Kryſtallen anſchießenden, zu einem Metallbaume verbundenen Niederſchlag. Wendete er verdünnten deſtillirten Weineſſig an, ſo entwickelte ſich an dem Minusdrathe,

nicht

nicht aber an dem Plusdrathe, einiges Gas, und reguliniſches Silber ſchlug ſich in glänzenden Schuppen nieder, welches auch erfolgte, wenn verdünnte Salpeterſäure genommen wurde. Bey einer Auflöſung von ſalzſaurem Ammoniak entband ſich auf der Minusſeite etwas Gas, die Plusſeite wurde mit Hornſilber überzogen, und die Flüſſigkeit wurde alkaliniſch. Auf dieſelbe Art verhielt ſich Kochſalzauflöſung. Auch ging bey einer Anfeuchtung des Zeugs durch eine Auflöſung von Salmiak oder Kochſalz die Zerſetzung dieſer Salze vor ſich; ſelbſt die angewandte Auflöſung der ſalpeterſauren Bittererde wurde zerſetzt. Cruikſhank ſchloß auf eine Erzeugung von Ammoniak um den Minusdrath, und einer Säure um den Plusdrath.

Viele von dieſen Verſuchen wiederholte William Henry zu Mancheſter. Er entdeckte, daß ein Silberdrath und Queckſilber ſich in Rückſicht der Gasentbindung und Säurung eben ſo verhielt, wie es Carliſle und Nicholſon bey einem Golddrathe und Meſſingdrathe gefunden hatten. Nachdem Henry Platinadräthe und ſtarke Schwefelſäure anwendete, entband ſich Waſſerſtoffgas und auch Sauerſtoffgas, wozu aber auch die Säure beygetragen hatte, indem um den Drath eine weiße Wolke ſchwebte, welche er für entſäuerten Schwefel hielt. Reine, nicht rauchende Salpeterſäure wurde ſchnell zerſetzt; ſie gab Stickgas und Sauerſtoffgas in dem Verhältniſſe 530 : 151. Flüſſige Salzſäure lieferte Waſſerſtoffgas und Sauerſtoffgas, welche Gasarten aber nur von der Zerſetzung des Waſſers herrührten. Oxydirte Salzſäure verlor dagegen außer der Zerſetzung des mit ihr verbundenen Waſſers auch viel Sauerſtoffgas. Da eine Miſchung von Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas, worin die Me-

talldräthe geleitet waren, nicht abknallte, und, wenn ſo viel Luft in der Röhre war, daß ſie unter dem obern Drath ſtand, keine Gasentbindung vor ſich ging, ſo ſchloß er daraus auf den Satz: die Galvaniſche Elektricität wirke nicht durch Luftarten. Wenn die Röhre mit Phosphorwaſſerſtoffgas oder ſalzſaurem Gas oder Sauerſtoffgas gefüllt, die Zinkſeite mit Queckſilber, welches mit der Säule in Verbindung ſtand, geſperrt, und von dem Zinkende ein Platinadrath in die Röhre geleitet wurde, ſo erfolgte gar keine bemerkbare Wirkung, wodurch er Recht zu haben glaubte, den obigen Satz als völlig erwieſen anzunehmen. Wenn die Röhre mit Waſſer, das mit Ammoniak geſchwängert war, angefüllt wurde, ſo entwickelte ſich Gas, welches aber keine Spur von Sauerſtoffgas enthielt, und welches er als Waſſerſtoffgas erkannte; der Sauerſtoff war hier ans Queckſilber getreten. Auch aus kauſtiſchem Kali in Waſſer aufgelöſt entband ſich bloß Waſſerſtoffgas, und der Sauerſtoff verband ſich mit dem Queckſilber zu einem Queckſilbermohr, welchen Henry zuerſt für Kohle anſah und daraus auf eine Zerſetzung des Kali ſchloß, in welchem er Waſſerſtoff, Stickſtoff und Kohle zu finden glaubte, das er aber ſelbſt nachher als einen Irrthum erkannte.

Cruikſhank ſetzte ſeine Verſuche fort, und nahm jetzt Golddräthe oder vergoldete Silberdräthe; die Gasarten, welche ſich entwickelten, waren nach ihm Waſſerſtoffgas und Sauerſtoffgas in dem Verhältniſſe 2 : 1. Er ſtellte zuerſt mit einer gebogenen Glasröhre Verſuche an, wodurch er es möglich machte, das von jeder Seite ſich entbindende Gas allein zu erhalten. Nach einer Probe mit dem Eudiometer beſtand das von der Zinkſeite entwickelte Gas aus reinem

Sauer-

Sauerſtoffgas, das von der Silberſeite aber aus Waſſerſtoffgas mit etwas Sauerſtoffgas, auch wohl Stickſtoffgas vermiſcht. Platinadräthe gaben auf der Zinkſeite ein mit etwas Stickgas verunreinigtes Sauerſtoffgas. Die Platinadräthe und Golddräthe liefen dabey an. Als er ſtatt des Waſſers ſalzſauren Kalk nahm, entband ſich anfänglich nur an der Plusſeite Gas, wobey ſich hier die Flüſſigkeit gelb färbte, und das Gold aufgelößt wurde; ſpäterhin wurde auch auf der Minusſeite etwas Gas entbunden; Kalk wurde nicht niedergeſchlagen. Auch fand er, daß ſogar reines Waſſer der Fernambuktinktur eine Färbung ertheilte, wenn es von der Seite des Silberendes genommen wurde, woraus Cruikſhank auf die Bildung des Ammoniaks ſchließen wollte. Auch meinte er, daß an der Silberſeite Salpeterſäure erzeugt werde, welches auch geſchehe, wenn beyde Gasarten durch Verbrennen ſich zu Waſſer auflöſen. Cruikſhank ſtellte die Hypotheſe auf, daß das Galvaniſche Fluidum, von welcher Natur es auch ſeyn möge, beym Uebergange aus den Metallen in das Waſſer ſich des Sauerſtoffs bemächtige, und oxydirt werde; daß es hingegen beym Einſtrömen aus dem Waſſer in das Metall wieder ſeinen vorigen Zuſtand annehme und desoxydirt werde. Sobald ſich aber Galvaniſches Fluidum des Sauerſtoffs bemächtige, ſo werde dadurch der Waſſerſtoff entbunden, der ſich ſogleich in Gasgeſtalt zeige; trete es aber in den Drath der Zinkſeite zurück, ſo laſſe es den aufgenommenen Sauerſtoff wieder fahren, und dieſer entfliehe hier entweder in Gasgeſtalt, oder oxydire das Metall. Die Wirkung des Galvaniſchen Stroms, wenn er durch eine Metallauflöſung gehe, ließe ſich hiernach auf eine doppelte Art erklären; doch ſey es wohl am einfachſten, anzunehmen, daß der

Galvaniſche Strom beym Ausſtrömen aus dem Drathe des Silberendes dem Metallkalke den Sauerſtoff entziehe, und dieſen beym Eindringen in den Drath vom Zinkende wieder fahren laſſe. Nach dieſer Erklärung finde am Drathe des Silberendes in dieſem Falle keine Gasentwickelung ſtatt, wohl aber, wenn man Gold- oder Platinadräthe nehme, am Drathe vom Zinkende, wo Sauerſtoffgas aufſteigen muß, und genau ſo ſey, wie wir wüßten, der Effekt. Was indeſſen für dieſe Hypotheſe am ſtärkſten ſpreche, ſey, daß alle Flüſſigkeiten, die keinen Sauerſtoff enthalten, z. B. Alkohol, Aether, weſentliche Oele und Fett, unfähig ſind, den Galvaniſchen Strom durch ſich hindurch zu leiten, wie er durch direkte Verſuche erwieſen habe, indeß die, welche Sauerſtoff enthalten, einige ſtärker, andere ſchwächer, ihn durch ſich hindurch leiten. Die concentrirte Schwefelſäure werde von ihm zerſetzt, indem der ſich dabey entbindende Sauerſtoff ſich ſchwerlich einer Waſſerzerſetzung zuſchreiben laſſe, da in recht concentrirter Schwefelſäure Waſſer in keiner merklichen Menge enthalten ſey. — Dieſe Theorie erkläre auch ſehr gut die Oxydirung der Zinkplatten in der Säule, indem ſich auch hier der Galvaniſche Strom beym Uebergange aus den verſchiedenen Plattenpaaren, durch die naſſe Zwiſchenlage abwechſelnd, als oxydirt und desoxydirt zeigt. Uebrigens müſſe er ſelbſt geſtehen, daß dieſe Hypotheſe ihn nicht gänzlich befriedige; doch ſey ſie die einzige, aus der er hierin etwas zu erklären vermöge.

Die wichtigen Erfolge, welche man durch dieſen neuen Voltaſchen Apparat hervorzubringen im Stande war, machten bald die Phyſiker und Chemiker allgemein aufmerkſam, und man fing nun allenthalben an,

die

die Verſuche zu vervielfältigen. Nur fehlte es noch an einer bequemen Einrichtung der Säule; denn die von Volta ſelbſt angegebene wirkt nur anfänglich ſtark, und verliert ihre Wirkſamkeit allzuſchnell; überdieß war es beſchwerlich, ſie alle Augenblicke umzubauen, und die oxydirten Platten zu reinigen, welches, um die volle Wirkung zu erhalten, unumgänglich nothwendig iſt. Daher erdachte Cruikſhank [p]) eine andere Vorrichtung, welche ihm auch bis jetzt unter allen am meiſten Genüge leiſtete. Er ließ nämlich von Holz, welches im Backofen gedörrt war, eine Art von Trog machen, der 26 Zoll lang, 1,7 Zoll tief und 1,5 Zoll breit war, und in die Längenwände deſſelben Falzen einſchneiden, jede ungefähr 0,1 Zoll tief, und ſo breit, daß zwey auf einander gelöthete Platten Zink und Silber, jede von 1,6 Quadratzoll Oberfläche, ſich genau hineinſchieben ließen. Die Falzen hatten eine ſolche Entfernung von einander, daß je drey derſelben eine Länge von 1,3 Zoll einnahmen, ſo daß die Maſchine 60 Plattenpaare faßte. Die zuſammengelötheten Zink- und Silberplatten wurden mittelſt eines Kitts aus Harz und Wachs völlig waſſerdicht an den Trog gekittet, ſo daß kein Tröpfchen Waſſer aus einer Zelle in die andere oder zwiſchen die zuſammengelötheten Platten dringen konnte; ein Umſtand, der von weſentlichem Einfluß auf die Güte der Maſchine iſt, welche ohne dieß nur eine ſchwache Wirkung hat. Die Zellen oder Zwiſchenräume zwiſchen jedem ſo verkitteten Plattenpaare goß er voll liquiden ſalzſauren Ammoniak, welches die Stelle der naſſen Pappe in Volta's Säule vertrat, dem Ent-

zwecke

p) *Nickolſon's* Journal of natural philoſophy. Vol. IV. p. 254 ſq.

zwecke jedoch weit beſſer als dieſe entſprach. Es verſteht ſich, daß auch hier die Plattenpaare alle einerley Stellung haben, und in allen die Silberſeiten nach derſelben Seite zu gerichtet ſeyn müſſen, damit Zink und Silber ſtets gehörig wechſeln. Berührt man die erſte und letzte Zelle, ſo erhält man einen ſtarken Schlag in den Armen, der ſich vom Schlage der Säule etwas unterſcheidet, indem er lebhafter, minder erſchütternd, und dem gewöhnlichen elektriſchen Schlage ähnlicher iſt.

Er verfertigte zwey ſolche Maſchinen, die zuſammen 100 Plattenpaare enthielten, und mit einander in Verbindung geſetzt einen ſehr heftigen Schlag ertheilten, wobey der Funke bey Tage ſichtbar ward. Was ihn aber ſehr überraſchte, war die geringe Kraſt, welche dieſe Maſchine in der Zerſetzung des Waſſers äußerte, in der ſie nicht mehr leiſtete, als höchſtens eine Säule von 30 Plattenpaaren, deren Schlag doch ſicher nicht ein Drittheil ſo ſtark als der dieſer Maſchine iſt.

Dieſer neue Apparat behält ſeine Wirkſamkeit ſehr lange, beſonders wenn man die Zink- und Silberplatten zuſammenlöthet. Indeſſen bemerkt Cruikſhank, daß dieſer Apparat wegen ſeiner mindern Wirkſamkeit in der Zerſetzung des Waſſers die Voltaſche Säule nicht ganz entbehrlich mache.

Aus dieſem Apparate ließen ſich ſowohl durch Waſſer als auch durch feſte Körper Funken herauslocken. Wenn man dem Waſſer einen ſpitzigen Leiter näherte, ſo entſtand ein Ziſchen, Gas und Dampf ſtiegen auf und das Waſſer ward verflüchtigt; vom Zink lief oft ein Funke bis zum Waſſer. Wenn man die Kette ſchließt, indem man von der Flüſſigkeit

an dem Zinkpole den Drath nach der Flüſſigkeit des Silberpols hinführt, ſo erſcheint im Augenblick der Berührung auf der Oberfläche der Flüſſigkeit ein Büſchel von Lichtſtrahlen, welcher ſelbſt am Tage ſichtbar iſt, und mit einem lauten Ziſchen begleitet, als wenn man glühendes Metall im Waſſer ablöſcht; der Strahlenbüſchel iſt $\frac{1}{2}$ Zoll lang. Wird die Schließung vom andern Ende angefangen, ſo erſcheint nur ein kleines, oft kaum ſichtbares Lichtkügelchen, ohne irgend ein Geräuſch zu machen. Nach Nicholſon war der Drath im erſten Falle poſitiv, im zweyten aber negativ elektriſch. Cruikſhank lud eine Verſtärkungsflaſche dadurch, daß er die beyden Belegungen derſelben mit dem Apparate in Verbindung brachte, wodurch ſie auf der Zunge einen leichten Schlag gab. Beyde Belegungen hatte er angefeuchtet, faßte die Flaſche mit beyden Händen, und berührte den mit dem Innern derſelben in Verbindung ſtehenden Drath mit der Zunge. Doch gelang dieſer Verſuch nicht beſtändig.

Als er die Glasröhre mit einer Auflöſung von ſalpeterſaurem Silber, das mit reinem Ammonium überſetzt war, gefüllt hatte, ſo entwickelte ſich am Drath der Silberſeite ein ſtarker Gasſtrom, und es entſtand ein Abſcheiden von metalliſchem Silber; am Drathe der Zinkſeite aber nahm man faſt gar keine Gasentwickelung wahr, bloß etwas Knallſilber ſchied ab und ſetzte ſich an. Mit demſelben Erfolge wurde reines Ammonium angewandt; nach einiger Zeit, als die Flüſſigkeit ruhig ſtehen geblieben war, fiel noch etwas Knallſilber nieder. Bey beyden Verſuchen hatte er Silberdräthe gebraucht. Den letzten Verſuch wiederholte er mit Kupferdräthen, und dabey ſchlug ſich am Sil-

Silberende metalliſches Kupfer an dem Drath nieder, am Zinkende aber färbte ſich die Flüſſigkeit von dem aufgelößten Kupfer blau. Aus ammoniakaliſcher Kupferauflöſung wurde auf der Silberſeite die Flüſſigkeit völlig entfärbt und alles Kupfer daraus rein niedergeſchlagen. Cruikſhank ſchließt daraus auf die Anwendbarkeit der Voltaſchen Elektricität in der analytiſchen Chemie. Bey der Anwendung des Ammoniaks und der Platinadräthe fand auf beyden Seiten, beſonders auf der Silberſeite, eine lebhafte Gasentwickelung von 0,508 Waſſerſtoffgas, 0,067 Sauerſtoffgas und 0,433 Stickgas ſtatt. Wandte er Schwefelſäure an, ſo waren die Reſultate ganz anders, als ſie Henry gefunden hatte; es entwickelte ſich nämlich an der Zinkſeite viel Gas, wenig an der andern, woſelbſt ſich viel Schwefel abſetzte, ſo daß die Flüſſigkeit milchfarbig wurde, dagegen im andern Schenkel die Farbe noch faſt dunkel erſchien; unter dem entbundenen Gas war aber ſehr wenig oder gar kein Waſſerſtoffgas. Bey rauchender Salpeterſäure entband ſich wenig Gas, und die Säure wurde in Hinſicht ihres Anſehens nicht merklich geändert. Selbſt Verdünnung mit Waſſer brachte in der Wirkung keine Veränderung hervor. Die ſonſt an der Zinkſeite roth werdende Lakmustinktur ward nicht verändert, wenn ſie mit etwas Alkali verſetzt ward. Kaliauflöſung ſtatt des Waſſers verhinderte die Oxydirung des Silberdraths, welcher ſo leicht als Kupfer und Queckſilber in reinem Waſſer oxydirt wird. Auch Kupferdräthe in einer Kaliauflöſung wurden nicht oxydirt. Nach Cruikſhank's Meinung ſcheinen auch die gebildeten Oxyde ihrer Farbe und ihrem Verhalten nach mit Salpeterſäure verunreinigt zu ſeyn. Er glaubt daher, daß ſich an dem Drathe der Zinkſeite etwas Salpeter-

ſäure

ſäure bilde, vielleicht durch den dem Waſſer beygemengten kleinen Antheil von Stickſtoff.

Unter den Engländern ſind aber beſonders die Verſuche, welche der Oberaufſeher des pnevmatiſchen Inſtituts, Humphry Davy [q]), angeſtellt hat, merkwürdig. Seine Säule beſtand aus 110 Plattenpaaren. Er nahm wahr, daß der Galvaniſche Schlag ſehr verſtärkt werde, wenn er die obere und untere Platte da, wo die Conduktoren mit ihnen in Verbindung gebracht werden, mit einer Auflöſung von grünem Eiſenvitriol in Waſſer benetzte. Auch wirkte die Säule mit größerer Intenſität der Kraft, wenn er die wollenen Scheiben mit liquidem Eiſenvitriol anfeuchtete; nur verlor ſie alsdann ihre Wirkſamkeit geſchwinder. Vielleicht, vermuthet er, könnte liquider Zinkvitriol noch vortheilhafter ſeyn.

Davy [r]) war durch den Umſtand, den Nicholſon und Carliſle bemerkten, daß nämlich bey der Waſſerzerſetzung verſchiedene von einander entfernte Theile des Waſſers in der Galvaniſchen Kette, der eine das Sauerſtoffgas, der andere das Waſſerſtoffgas herzugeben ſchienen, auf den Gedanken gekommen, ob es nicht möglich ſey, aus zwey Waſſermaſſen, die ſich nicht unmittelbar berührten, aus der einen bloß Sauerſtoffgas, aus der andern bloß Waſſerſtoffgas zu entbinden? Zu dem Ende ſetzte er die Enden der Galvaniſchen Säule durch Silberdräthe mit zwey 5 Zoll von einander abſtehenden Gläſern voll Waſſer, das lange gekocht und noch warm war, und das Waſſer in beyden

q) *Nicholſon's* Journal of natural philoſophy. Vol. IV. p. 275.

r) Ibid. Tom. IV. p. 125 u. f. Tom. VI. p. 326.

den Gläſern durch ſeinen Körper in leitende Verbindung, indem er einen Finger der linken Hand in das eine, einen Finger der rechten Hand in das andere Gefäß tauchte. Kaum hatte er den Schlag erhalten, ſo fing der Drath der Zinkſeite an, ſich ſchnell zu verkalken, und weiße Wolken verbreiteten ſich von ihm ab durchs Waſſer. Zugleich bildete ſich rings um den Drath der Silberſeite im andern Glaſe Gas. Er unterhielt die leitende Verbindung eine halbe Stunde lang, während welcher der Erfolg unverändert derſelbe blieb. Der Drath der Zinkſeite gab dabey gar kein Gas; das vom Drathe der Silberſeite entwickelte enthielt, wie die Probe mit Salpetergas darthat, gar kein Sauerſtoffgas, und es verminderte ſich, als es mit doppelt ſo vieler atmoſphäriſcher Luft verbrannt wurde, ſo daß es faſt aus lauter Waſſerſtoffgas beſtehen mußte. Als er nachher das Waſſerſtoffgas in beyden Gläſern durch drey Perſonen, die ſich anfaßten, verband, blieb der Erfolg derſelbe, nur daß er langſamer vor ſich ging. Daſſelbe war der Fall, wenn die Verbindung durch eine Muskelfaſer, oder durch eine friſche vegetabiliſche Fiber, oder durch einen angefeuchteten Faden kürzer als 3 Fuß bewerkſtelligt wurde. Aus der Schnelligkeit des Prozeſſes zu urtheilen, iſt hierbey ein lebender thieriſcher Körper der beſte Leiter; dann folgt die Muskelfaſer, die Pflanzenfaſer, zuletzt der benetzte Faden.

Hiernächſt nahm Davy verſchiedene $\frac{1}{4}$ Zoll weite und 4 Zoll lange Glasröhren, die an dem einen Ende offen waren, und durch deren anderes zugeſchmolzenes Ende ein Stück Golddrath ging. Zwey dieſer Röhren füllte er mit deſtillirtem Waſſer, und ſtellte ſie mit dem offenen Ende zu unterſt in zwey verſchiedene Gläſer

ſer mit deſtillirtem Waſſer. Die Golddräthe der Röhre wurden durch Silberdräthe mit den Enden der Volta'ſchen Säule, und das Waſſer beyder Gläſer durch eine friſche Muskelfaſer in leitende Verbindung geſetzt. Es erhob ſich ſogleich Gas von beyden Golddräthen; am meiſten und ſchnellſten aber von dem der Silberſeite, und hier war nach $4\frac{1}{2}$ Stunden der ganze obere Theil der Röhre bis unter der Spitze des Golddraths mit Gas angefüllt, worauf der Prozeß aufhörte. In der Röhre der Zinkſeite hatten ſich 33 Maaß Gas, und in der Röhre der Silberſeite faſt 65 Maaß Gas angehäuft. Das Gas von der Zinkſeite, mit 80 Maaß Salpetergas gemiſcht, verminderte ſich ſchnell, und grünes ſalpeterſaures Eiſen verſchluckte den Rückſtand bis auf nicht volle 5 Maaß. Alſo enthielten die 33 Maaß Gas augenſcheinlich mehr als 31 Maaß Sauerſtoffgas. Die 65 Maaß Gas in der Silberſeite verminderten ſich mit Salpetergas kaum ſichtbar, und ließen nach der Abſorption des zugeſetzten Salpetergas beym Abbrennen mit 60 Maaß Sauerſtoffgas durch den elektriſchen Funken, einen Rückſtand von beynahe 36 Maaß, waren daher faſt ganz reines Waſſerſtoffgas.

Die kleine Verminderung, welche das Waſſerſtoffgas bey ſeiner Vermiſchung mit Salpetergas erlitt, und der Rückſtand beym Abbrennen mit Sauerſtoff, ließen ſich mit vieler Wahrſcheinlichkeit der im deſtillirten Waſſer aufgelößten, während des Prozeſſes daraus ſich entwickelnden, atmoſphäriſchen Luft zuſchreiben. Um daher, wo möglich, beyde Gasarten, in welche ſich das Waſſer zerſetzt, vollkommen rein darzuſtellen, füllte er jetzt die beyden Röhren und Gläſer mit Waſſer, das er 8 Stunden lang hatte kochen laſſen, und das faſt noch brühend heiß war. Sobald

die Röhren abgekühlt waren, brachte er ſie mit der Säule in Verbindung. Die Gasentwickelung ging alſobald vor ſich, in der Röhre der Silberſeite ſehr ſchnell, in der Röhre der Zinkſeite aber nur langſam. Dieſes Mal zeigten ſich an den Wänden der Glasröhren keine Luftbläschen, wie bey dem vorigen Verſuche. Nach 25 Stunden fanden ſich 56 Maaß Gas in der Röhre der Silberſeite, und 14 Maaß in der Röhre der Zinkſeite. Jene 56 Maaß verminderten ſich nicht mit Salpetergas und zeigten ſich beym Abbrennen als reines Waſſerſtoffgas, und dieſe 14 Maaß waren unbezweifelt Sauerſtoffgas. In dieſem und dem vorigen Verſuche waren die Golddräthe nicht merklich angegriffen, auch ihre Farbe nicht im mindeſten verändert worden. Daß die Quantität des erhaltenen Sauerſtoffgas geringer war, als ſie nach dem Verhältniſſe, worin Waſſerſtoff und Sauerſtoff im Waſſer gemiſcht ſind, hätte ſeyn ſollen, rührt nach Davy wohl daher, weil ein Theil deſſelben vom gekochten Waſſer abſorbirt wird. Um dieſes auszumachen, wiederholte er den Verſuch ſo, daß er die Röhre der Zinkſeite mit gekochtem Waſſer füllte, das über Queckſilber mit Salpeterſtoffgas ſo lange geſchüttelt war, bis es mit dieſem Gas geſättigt ſeyn konnte. In 7 Stunden entband nun der Galvaniſche Prozeß in der Röhre der Zinkſeite 27 Maaß reines Sauerſtoffgas, und in der Röhre der Silberſeite 57 Maaß reines Waſſerſtoffgas, alſo beyde ſehr nahe in dem Verhältniß, worin ihre Grundſtoffe im Waſſer enthalten ſind.

So ward alſo von Davy erwieſen, daß von einander getrennte Waſſermaſſen, die in keiner andern leitenden Verbindung als durch trockene Metalle und thieriſche Fibern ſtehen, die eine Waſſerſtoff, die andere

dere Sauerſtoff, in dem Verhältniß, worin beyde das Waſſer conſtituiren, entwickeln können. Nun war aber weiter die Frage: ob Berührung der metallenen Dräthe mit den Platten der Voltaſchen Säule eine nothwendige Bedingung dieſer Wirkung ſey? Dieß ließ ſich dadurch beantworten, daß er ſtatt der verbindenden Dräthe zwey Muskelfaſern nahm, die von den Enden der Voltaſchen Säule in zwey mit Waſſer gefüllte Gläſer geleitet wurden, zwiſchen welchen ein Silberdrath die leitende Verbindung machte. Kaum war dieſer Drath angebracht, ſo fing das Ende deſſelben, das nach der Silberſeite der Säule zulief, an, ſich zu verkalken, während das andere nach der Zinkſeite zu gerichtete Ende des Silberdraths Gas ausſtieß. Und zwar gab jetzt das Ende der Silberſeite Sauerſtoffgas, das Ende der Zinkſeite Waſſerſtoffgas, wie ſich in dem Apparate mit den Glasröhren zeigte, deren Golddräthe dabey durch Silberdräthe verbunden wurden. In keinem dieſer Verſuche ſah man Gas aus der Muskelfaſer aufſteigen, doch wurde der Theil derſelben, der mit dem Waſſer in Berührung war, weißer, als zuvor.

Der Erfolg blieb der nämliche, wenn er die beyden Golddräthe der Röhren, ſtatt durch einen Drath, durch ſeinen Körper verband. Nahm er einen Silberdrath in die Hand, und tauchte dieſen in das eine, einen Finger der andern Hand in das andere Glas: ſo wurde, befand ſich der Drath nach der Silberſeite zu, dieſer Drath langſam oxydirt, und in keinem Glaſe Gas entbunden; befand ſich dagegen der Drath im Waſſer, nach der Zinkſeite zu, ſo wurde um das Ende deſſelben, ohne daß es ſich dabey oxydirt hätte, Gas entbunden, in dem Glaſe nach der Silberſeite zu aber keins.

Wenn die Verbindung beyder Gläſer ſowohl mit der Säule als auch unter ſich lediglich vermittelſt Muskelfaſern oder vegetabiliſcher Fibern gemacht wurde, und man Metalldräthe in das Waſſer eines oder beyder Gläſer ſtellte, ſo zeigte ſich weder Gas noch irgend eine andere chemiſche Wirkung.

Auch wiederholte Davy den Verſuch mit Kaliauflöſung und Ammoniakauflöſung; die Gläſer verband er mit einander durch Golddrath, und die Säule durch Muskelfaſer. In der Ammoniakauflöſung wurde das Gold heftig auf der Zinkſeite angegriffen, und erhielt 3 Theile Sauerſtoffgas und 2 Theile Stickgas, auf der Silberſeite 31 Theile Waſſerſtoffgas, auf der Zinkſeite bildete ſich beſtändig auf dem Golddrathe ein gelber Niederſchlag, der von der Salzſäure langſam aufgelößt wurde.

Wurde in die Röhre der Zinkſeite reines Waſſer gegoſſen, in die andere aber Ammoniak, ſo blieb der Golddrath ungeändert; das Verhältniß der Gasarten war faſt wie im Waſſer. Wenn hingegen die Röhren verwechſelt wurden, ſo erfolgte die vorhin angegebene Erſcheinung. Nahm er ſtatt des Waſſers Kaliauflöſung in beyden Röhren, ſo verurſachte dieß bloß eine ſchnellere Gasentwickelung; concentrirte Schwefelſäure gab auf der Zinkſeite, woſelbſt der Golddrath ſtark angegriffen wurde, 41 Theile reines Sauerſtoffgas, auf der Silberſeite 15 Theile Schwefelwaſſerſtoffgas und Schwefelniederſchlag.

Ferner errichtete Davy eine kleine Säule aus 60 Stücken, und befeſtigte an den Enden der damit verbundenen Silberdräthe dünne und längliche Streifen Kohlen, welche trocken und von allen anhängenden

Luſtbläschen gereinigt waren, und ſich in Waſſer endigten; dieſe Kohle fing nach einer Minute an, auf der Silberſeite Gas zu enbinden, welches beſtändig fortdauerte; auf der Zinkſeite aber erſt nach einer Viertelſtunde, welches in kuglichten Blaſen an der Kohle ſitzen blieb. Mit heißem Waſſer, welches eine geraume Zeit gekocht hatte, gab die Zinkſeite gar kein Gas, die Silberſeite erſt nach einer halben Stunde, welches faſt lauter reines Waſſerſtoffgas war. Auf der andern Seite war Kohlenſtoffſäure entſtanden, welche ſich im Waſſer aufgelößt hatte. Statt der Kohle an der Silberſeite Silberdrath genommen, entſtand ſogleich eine Gasentbindung, dieß geſchah aber nicht, wenn auf der Zinkſeite Silberdrath genommen wurde, und auf der andern Seite Kohle ſich befand. Kalkwaſſer, Kohle auf der Zinkſeite, und Silber auf der Silberſeite gaben auf dieſer letzten ſogleich Gas, um die Kohle herum nur wenig mit einer weißen Kruſte bedeckte Bläschen, und von der Kohle ab fielen weiße, die Flüſſigkeit trübende Wölkchen herunter. Kohle und ätzendes Kali gaben kein Gas. Wurde an die Zinkſeite ein Silberdrath genommen, ſo gab derſelbe, nicht aber die Kohle der Silberſeite, Gas; eben ſo gab auch im umgekehrten Fall der Drath Gas, die Kohle aber keins.

Um Säulen in künſtliche Gasarten zu bringen, zog er ſie durch Waſſer und trocknete ſie nicht wieder ab; dabey fand er, daß ſie alsdann ſchwächer als vorher wirkten, jedoch verminderte wiederholtes Eintauchen ihre Wirkung alsdann nicht weiter. In einfachen Ketten und Batterien aus Silber, Waſſer und Zink, wird nach ihm der Zink nicht oxydirt, wenn das Waſſer völlig rein iſt, d. h. wenn es frey

 von

von Waſſerſtoffgas, Salpetergas, oder einer Säure iſt, und die äußere Luft nicht hinzu kommen kann. Davy kochte reines Waſſer ab, ſetzte alsdann den Galvaniſchen Apparat hinein, und hielt die äußere Luft durch einen harzigen Ueberzug von der Waſſermaſſe ab; hier fand er, daß die Zinkplatten kaum angelaufen waren, welches Davy der in dem Waſſer noch zurückgebliebenen Luft zuſchrieb; in der Röhre der Säule hatte ſich kein Gas entbunden und kein Oxyd angeſetzt. Wenn hingegen das Waſſer, welches die Säule umgab, mit der atmoſphäriſchen Luft in Berührung war, ſo erfolgte beydes, und die Zinkplatten waren weiß geworden. Wurde die Säule mit Stickgas, oxydirtem Stickgas, reinem und gekohltem Waſſerſtoffgas umgeben, ſo verhielten ſich dieſe Gasarten eben ſo wie reines Waſſer. Wenn dieſe Luftarten durch das Sperrwaſſer hineingebracht wurden, ſo hörte die Säule nach einigen Minuten auf, Gas zu entbinden. Die Wirkſamkeit kam nicht durch friſch hinzugelaſſenes Gas jener Art, wohl aber durchs Eintauchen in mit Luft geſchwängertes Waſſer wieder. In verdünnter Luft liefen die Zinkplatten leicht an, ohne Oxyd abzuſetzen (0,9 Barometerprobe), in noch verdünnterer Luft (0,6 Barometerprobe) hörte alle Wirkung der Säule ſogleich auf, ſelbſt wenn die Pole durch Dräthe mit der atmoſphäriſchen Luft in Verbindung waren, und das Waſſer, worauf ſie wirkte, ſich damit in Berührung befand. Im Waſſer, welches eine Säure enthielt, oxydirte ſich der Zink ſehr leicht. Salpetergas bewirkte die Wirkung des Oxydirens weniger, Sauerſtoffgas mehr, als atmoſphäriſche Luft. Uebrigens ſchloß Davy aus dieſen und mehreren andern Verſuchen, daß die Oxydirung des Zinks und die entſtehenden chemiſchen Miſchungen die elektriſchen

Wir-

Wirkungen der Säule erzeugen. Auch verſuchte Davy einfache Lagen. Er verfertigte einen Voltaſchen Becherapparat, und brachte in die Endgläſer noch ein durch Drath verbundenes Plattenpaar, ſo daß die Kette von ſelbſt geſchloſſen war; hier wurden die Zinkplatten an verſchiedenen Stellen oxydirt; aber Gas kam nicht zum Vorſchein, das Waſſer wurde mit einem weißen Häutchen bedeckt. Hierbey waren die Silberplatten flächenförmig geweſen; da er nun Silberſtreifchen nahm, ſo erzeugte ſich Waſſerſtoffgas. Ueberhaupt gaben die Silberplatten Gas, ſobald ihre Oberfläche nur $\frac{1}{4}$ von der Oberfläche der Zinkplatten ausmachte, ſie mochten auch eine Geſtalt haben, welche ſie wollten. Länglichte Zinkplatten oxydirten ſich ſchneller, aber ohne Gas zu entwickeln.

Daß übrigens die Stärke der Funken mit der Größe der Oberfläche der Galvaniſchen Batterie wachſe, obgleich die übrigen Galvaniſchen Wirkungen nicht merklich größer werden, ergab ſich aus Davy's folgenden merkwürdigen Verſuchen, die er mit einem Trogapparate aus 13zolligen Platten angeſtellt hat. Wurde derſelbe mit verdünnter Salpeterſäure gefüllt, ſo vermochte er 3 Zoll Eiſendrath von $\frac{1}{170}$ Zoll Durchmeſſer zum Weißglühen zu bringen, und 2 Zoll zu ſchmelzen. Schloß man die Kette mit einem 2 Fuß langen und $\frac{1}{80}$ Zoll dicken Eiſendrath, ſo wurde dieſer Drath ſo heiß, und durch Oeffnen und augenblickliches Wiederſchließen der Kette ließ er ſich immerfort heiß erhalten. Ein 3 bis 4 Zoll langes Stück des Eiſendraths von $\frac{1}{170}$ Zoll Durchmeſſer, daß ſich irgendwo im ſchließenden Leiter befand, blieb über 1 Minute lang rothglühend, und wurde durch Oeffnen und Wiederſchließen 5 bis 6 Minuten lang, wenigſtens

zum Theil, glühend erhalten. Wurde das Stück des glühenden Leiters, das dieſen Drath enthielt, durch eine geringe Menge Aether, oder Alkohol, oder Oel geleitet, ſo wurden dieſe Flüſſigkeiten nach dem Schließen in kurzer Zeit warm, und Baumöl kam zum Kochen.

Nicht lange darnach, als die Voltaſche Säule bekannt wurde, ſtellte auch der Oberſtlieutenant Haldane[s]) in England Verſuche damit an. Er ſetzte Säulen aus verſchiedenen Metallen zuſammen, und fand, daß Zink und Gold, Zinn, Bley, Eiſen und Kupfer wirkten. Mit denſelben Metallen blieben auch Eiſen, Bley, doch weit ſchwächer, wirkſam. Auch brachte Haldane noch vor Davy die Säule unter den Recipienten einer Luftpumpe, und pumpte die Luft ſo weit heraus, daß die Barometerprobe nur noch auf ½ Zoll ſtand. In dieſem Zuſtande ging aber keine Waſſererzeugung mittelſt kupferner Dräthe vor ſich, trat aber wieder ein, wenn man aufs neue Luft zuließ.

Er verband auch eine Säule, welche an einem Bennetſchen Elektrometer ſchwache Zeichen der Elektricität gab, mit dem Conduktor einer Elektriſirmaſchine. Hier ſchien die Wirkung noch eher geringer zu werden. Eine Säule mit der innern und äußern Belegung einer Verſtärkungsflaſche verbunden hinderte die Ladung derſelben, und eine geladene Flaſche ward durch eine ſolche Verbindung, jedoch langſam, entladen. Haldane hält es daher für ſehr zweifelhaft, ob Elektricität für die vorzüglichſte Urſache der Wirkung der Säule gehalten werden könne. Dagegen macht aber Nichol-

s) *Nicholſon's* Journal of natural philoſophy. Vol. IV. p. 313 ſq.

Nicholſon wichtige Einwürfe, deren vorzüglichſter dieſer iſt, daß die Elektricität bey einer Elektriſirmaſchine von weit größerer Intenſität, aber von weit geringerer Quantität ſey, als die durch eine Galvaniſche Säule entbundene, welches er auch durch eine Berechnung zu erweiſen ſucht.

Nach Haldane ſchienen Gold und Zink unter allen Metallen am kräftigſten zu wirken, wie ſich aus der Vergleichung mit einer Säule von Schillingsſtücken zeigte. Silber und Zink war faſt eben ſo wirkſam, als der Goldapparat, nur mit dem Unterſchiede, daß im letztern die Kraft, Gas zu erzeugen, zu prädominiren ſchien; denn im Goldapparate fing der Drath der Zinkſeite oder des oxydirten Pols, nachdem er viel grünes Kupferoxyd abgeſetzt hatte, an, Luftblaſen zu entwickeln, während in dem Silberapparate und den übrigen der Drath der Silberſeite oder des Gaspols nach einer kurzen Zeit Oxyd abzuſetzen begann. Zink und die übrigen genannten Metalle gaben gleichfalls viel Gas und Oxyd, und zwar folgten ſie in ihrer Wirkſamkeit folgendermaßen auf einander: Eiſen, Kupfer, Bley, Zinn, Queckſilber. Letzteres gab die ſchwächſte Wirkung, und die das Queckſilber berührenden Zinkflächen wurden ſtark amalgamirt. Auch die Verſuche mit einigen die Säule umgebenden Gasarten hat Haldane früher als Davy angeſtellt. Uebrigens glaubte er mit Fabroni, daß die ganze Galvaniſche Wirkung nichts anders ſey, als ein eigener Verbrennungs- oder Oxydirungsprozeß.

Die erſten, welche in Deutſchland zuerſt mannichfaltige Verſuche mit der Voltaſchen Säule anſtellten, waren Voigt und Ritter in Jena. Sie änderten den Apparat vortheilhaft dahin ab, daß ſie ein Fuß-

geſtelle von weißem Blech mit vier Kapſeln verſehen nahmen, in welche 4 Glasröhren geſteckt wurden, die oben durch eine ähnliche Vorrichtung von Blech feſtgehalten wurden. Zwiſchen dieſen beyden Blechhauben wurde nun das Weſentliche des Apparats in diejenige Ordnung gebracht, daß auf einer Unterlage von Holz, die man der beſſern Iſolirung des Ganzen wegen noch mit einer oder etlichen Glasſcheiben bedeckte, zunächſt eine Platte Silber, dann eine ähnliche von Zink, und auf dieſer wieder ein Stück mit Kochſalzauflöſung angefeuchteter Pappe, auf dieſem eine gleiche Platte Silber, dann eine ähnliche von Zink, und auf dieſer wieder ein Stück naſſe Pappe lag. Auf dieſer folgte eine zweyte ähnliche Lage von Silber, Zink und naſſer Pappe, auf dieſer eine dritte u. ſ. f. bis ſich das Ganze zuletzt mit einer Zinkplatte, die auf dem letzten Stück Pappe lag, ſchloß. Ihre ganze Säule beſtand aus 60 dergleichen Lagen. Die unten liegende Silberplatte war wie die oberſte Zinkplatte mit einem metallenen Haken verſehen, welcher dazu diente, die Verbindung der beyden Enden der Galvaniſchen Kettenſäule durch Dräthe u. ſ. f. bequemer bewirken zu können.

Dieſer Apparat gab, wenn man ihre beyden Haken durch zwey recht feucht gemachte Finger der beyden Hände verband, Schläge, die bis über die Länge der beyden berührenden Finger hinaus, und bisweilen ſelbſt bis an das Gelenk der Hände gingen. Wurde die Verbindung durch mehrere ſich mit feucht gemachten Fingern anfaſſende Perſonen bewirkt, ſo empfanden alle den nämlichen Schlag und in ähnlicher Stärke; brachte man ſtatt des einen Fingers die Zunge mit dem einen der beyden Enden der Batterie in Verbindung,

ſo fühlte man jedesmal empfindliche, mit dem bekannten Geſchmack begleitete Schläge, und zwar ſo, daß der in der Verbindung: Zink, Zunge.... Finger, Silber, mit ſtarkem ſauren Geſchmack begleitete, bey aller ſeiner Stärke weit milder und ſtumpfer war, als der ſtechende oder ſchneidende, mit ſogenanntem alkaliſchem Geſchmack begleitete, in: Silber, Zunge.... Finger, Zink. Beyde Empfindungen dauern die ganze Zeit hindurch während des Geſchloſſenſeyns der Kette. Beym Eintritt beyder bemerkt man einen ſtarken, ſich über das Geſicht verbreitenden Lichtſchein, und bey genauerer Aufmerkſamkeit auch die mit der Schließung eintretenden und nach ihr fortdauernden, beyde nach dem Verhältniß der Zunge zu dem Silber der Säule verſchiedenen entgegengeſetzten Lichtzuſtände, von welchen auch hier der erſte poſitiv, oder eine Erhöhung, der andere hingegen negativ, oder eine Verminderung der im Auge bemerkten Lichtmaſſe iſt. Dieſe Lichterſcheinung tritt überhaupt bey jeder Verbindung irgend eines den Galvanismus leitenden innern oder äußern Theils des Vorderkopfes, z. B. der innern Fläche der Backen, der Naſe, der Naſenſpitze, der ſpongiöſen Subſtanz der Zähne, dem Gaumen u. ſ. f. ein, und iſt jederzeit mit einem mehr oder weniger empfindlichen Schlage und fortdauernden Empfindungen begleitet. Am ſtärkſten aber hat man die erwähnten Erſcheinungen, wenn man das Auge ſelbſt in Verbindung bringt, und am vorzüglichſten, wenn man ſie des Abends im Halbdunkel anſtellt. Man bringt dazu einen durch Drath mit dieſer oder jener Endplatte der Säule verbundenen Metallknopf an das Auge, und einen Finger unmittelbar, oder die Zunge, die Naſe, u. ſ. f. ebenfalls durch Drath mit der andern Endplatte in Berührung. In Zink, Auge...., Silber, erſcheint

dann

dann bey der Schließung der Kette neben einem ziemlich ſtark eintretenden, doch in dieſer Verbindung nicht ſo heftig, wie in der andern, ausfallenden Schmerz im Auge, ein außerordentlich heller und lebhafter Bliz. Bey dieſer Gelegenheit hat auch Ritter eine Vermuthung beſtätigt gefunden, die er bereits vor zwey Jahren gehabt hatte, die nämlich, daß bey der Einwirkung des Galvanismus auf das Auge noch eine Farbenerzeugung in demſelben vorgehe, deren Produkt verſchieden iſt nach der Verſchiedenheit der Conſtruktion der Bedingungen, unter welchen ſie ſtatt haben kann. Indem er nämlich einmal Abends im Halbdunkeln Verſuche über die Galvaniſchen Lichterſcheinungen im Auge anſtellte, und zur Hervorbringung des poſitiven Zuſtandes eben den Knopf eines mit dem obern Zink in Berührung ſtehenden Draths ins Auge genommen, und mit dem naſſen Finger der einen Hand die Kette in der Stellung geſchloſſen hatte, daß das genannte Auge gegen die vier ungefärbten Glasſäulen des Apparats gerichtet war, erſchienen ſie ſogleich in einem ſehr deutlichen bläulichen Lichte, und behielten dieſe Farbe ſo lange, als die Kette geſchloſſen blieb; gleich nach dem Moment ihrer Trennung aber erſchienen ſie mit einer röthlichen Flamme, die nach und nach ſchwächer wurde, und endlich ganz wieder verſchwand. Stand daſſelbe Auge auf ähnliche Weiſe mit dem Silber, der Finger der Hand aber mit dem Zink in Verbindung, ſo erſchienen die Glasſtäbe mit und während der Schließung der Kette in röthlichem, vom Augenblicke der Trennung aber in einem allmählig abnehmenden, und zuletzt gänzlich verſchwindenden bläulichen Lichte.

Einen Funken, wie man ihn in England bey der Schließung der Batteriekette geſehen zu haben behauptete,

hauptete, konnte Ritter auch bey der größten Aufmerkſamkeit und unter den dazu günſtigſten Umſtänden für dieß Mal nicht erhalten. Er bemerkt aber dabey, daß die Schuld hiervon wohl mehr an der noch zu geringen Stärke der Säule, als an einer wirklichen Unmöglichkeit eines ſolchen Erfolgs gelegen haben könne.

Einige Zeit darauf bauete Voigt eine Zinkſilberbatterie von 84 Lagen, und hier nahm er ebenfalls den Funken wahr. Er entſtand, indem der mit dem Silber verbundene Drath der Säule mit der letzten Zinkplatte am andern Ende derſelben in Berührung gebracht wurde. Nachher hat ihn auch Ritter geſehen. Mit der Abnahme der Wirkſamkeit der Batterie verſchwand er nach und nach. Das Licht erſchien aber bey weitem glänzender, als es bey elektriſchen Funken von ähnlicher Größe zu ſeyn pflegt.

Auch war wohl Ritter derjenige, welcher zu allererſt außer de Lüc die Einfachheit des Waſſers von neuem wieder behauptete. Allein Ritter's Verſuche waren bey weitem nicht ſo ſcheinbar beweiſend, als diejenigen, welche Davy angeſtellt hat. Ritter ſchloß nämlich aus folgendem Verſuch die Einfachheit des Waſſers. Er trennte zwey Waſſerportionen durch concentrirte Schwefelſäure, und entband aus der einen bloß Sauerſtoffgas, aus der andern bloß Waſſerſtoffgas. Das Waſſer wurde jedoch von ihm nachher nicht unterſucht. Auch macht er darauf aufmerkſam, daß es bey der Conſtruktion einer großen Säule, wenn man nicht immer Plattenpaare einerley Art haben könne, nichts hindere, verſchiedene Arten von Metallen zu nehmen, und daß auch eben ſo gut Batterien errichtet werden könnten, deren einzelne Ketten

aus

aus zwey flüſſigen und einem feſten Leiter beſtehen, wie auch ſchon Davy bemerkt hatte. Dieſe Vorrichtungen, bemerkt Ritter mit Recht, mögen auch wohl zum Verſtehen mancher Verwandtſchaftsanomalien beytragen, indem er auf die, oft durch Scheidungsverſuche oder bey Miſchungen entſtehenden, Galvaniſchen Ketten Acht zu haben empfiehlt. Selbſt das Leben der Pflanzen leitet Ritter vom Galvanismus ab; nach ihm iſt jede Pflanze eine Verbindung mehrerer Voltaſchen Säulen. Die Vegetation ſelbſt ſchien ihm von den durch Galvanismus veränderten chemiſchen Wirkungen herzurühren, ſo wie die Fäulniß durch das Aufhören der Galvaniſchen Wirkſamkeit. Eben ſo glaubt er auch, daß das Thier eine aus Voltaſchen Säulen erbauete große Batterie ſey, und daß der Menſch, ſo wie er an der Spitze der Organiſation ſtehe, auch an der Spitze der Galvanität ſich befinde.

Ritter hat nicht nur theils für ſich, theils auch mit Voigt in Jena eine große Reihe von Verſuchen mit der Voltaſchen Säule angeſtellt, ſondern er ſtellte auch eine große Reihe von Verſuchen bey dem verſtorbenen Herzog von Gotha, welcher ihn zu dieſer Abſicht dahin kommen ließ, mit ſogenannten Rieſenbatterien an.

Indeſſen erhielt Voigt in Jena ein Schreiben von Parrot aus Dorpat [t]), worin dieſer jenem berichtet, daß er eine vollſtändige Theorie aller Galvaniſchen Erſcheinungen gefunden (das Schreiben war datirt vom 25. Nov. 1801.), und eine wichtige Veränderung im Bau der Voltaſchen Säule angebracht

t) Voigt's Magazin. B. IV. St. 1. S. 75 f.

bracht habe, welche, außer dem großen Vorzuge einer beträchtlichen Intenſität, noch den Vortheil habe, daß er mit der größten Leichtigkeit und in kurzer Zeit alle erſinnlichen Modifikationen in der Anordnung der Platten machen könnte. Die Anordnung deſſelben beſtand darin, daß er die Säule horizontal bauete.

Dieſes Schreiben veranlaßte **Voigt** zu einer ſehr bequemen Abänderung der Voltaſchen Säule in horizontaler Lage.

Nachdem er dieſe Säule wirklich erbaut hatte, machte er ihre Beſchreibung, nebſt einem neuen Verſuche über die Galvaniſchen Erſchütterungen in der unorganiſchen Natur, in ſeinem Magazin B. IV. St. 1. S. 89. bekannt. Als **Voigt** gerade mit Verſuchen dieſer Batterie beſchäftigt war, beſuchte ihn der Major v. **Helwig**, der ſich auf einer Reiſe befand; dieſer verſchaffte **Voigt** eine intereſſante Erſcheinung. Eine Glasröhre 6 bis 7 Zoll lang, und $\frac{3}{4}$ bis 1 Zoll breit, wird etwa zum 6ten Theil mit Queckſilber gefüllt. An beyden Enden ſind Korkſtöpſel eingekittet und durch dieſelben Eiſendräthe geſteckt. Jeder braucht kaum 1 Zoll weit in die Röhre zu gehen, ſo daß die Enden mehrere Zoll von einander abſtehen können. Man legt die Röhre nicht ganz wagrecht, ſo daß das Queckſilber nicht genau in der Mitte ſteht, ſondern mehr an dem einen Ende liegt, doch ſo, daß es den darüber liegenden Drath nicht berührt, ſondern dieſer noch ſo eben darüber hinſtreicht. Bringt man nun den einen Drath, worunter das Queckſilber liegt, mit der Kupferſeite in Verbindung, und ſchließt alsdann die Kette von der Zinkſeite her, ſo bemerkt man ein Zittern durch die Queckſilbermaſſe, ohngefähr wie die convulſiviſchen Bewegungen bey dem Froſchpräparate, auch oxydirt ſich

das

das Queckſilber an der einen Seite ſehr ſchnell und merklich. Dieſe in den innerſten und kleinſten Theilen des Queckſilbers vorgehende Bewegung unterſcheidet ſich ſehr auffallend von jeder andern durch einen mechaniſchen Stoß an die Röhre hervorgebrachten, die mehr undulirend iſt. Ritter, welcher dieſen Verſuch mit anſah, verſicherte, daß auch er, ohne von demſelben etwas zu wiſſen, dieſes Phänomen bey ſeinen Verſuchen mit den ſehr großen Batterien in Gotha auf eine noch auffallendere Art geſehen habe. Bey dieſer Nachricht ſetzte Ritter noch hinzu, daß die Wirkſamkeit der Batterie dadurch ungemein erhöht werden könne, wenn man eine warme geſättigte Kochſalzauflöſung noch mit Rindergalle, oder in Ermangelung derſelben mit Lakmustinktur, in einem ſo ſtarken Maaße, als man es haben könne, vermiſche; ferner, daß Scheiben von dünnem Pappendeckel allen andern Subſtanzen vorzuziehen wären; daß man übrigens wohl thäte, wenn man kurz vor dem Bau der Batterie die Metallplatte erwärmte und während dem Bauen keine Probeverſuche vornähme. Voigt befolgte alle dieſe Vorſchriften, und die Wirkſamkeit ſeiner Batterie hat in der That alle Erwartungen übertroffen. Eiſendräthe von der Dicke einer Stricknadel, nicht ſcharf zugeſpitzt, gaben in der Lichtflamme die glänzendſten Funken, und ſchmolzen bey der Berührung ſo feſt an einander, daß ſie durch ihre Schwere nicht leicht wieder von einander riſſen. Wenn man mit dem einen Eiſendrath die Metalltheile der Batterie des andern Endes berührte, ſo waren die Funken ſo ſtark und ſo umherſprühend, daß manche Strahlen wohl die Länge eines Zolls hatten. Die Erſchütterungen, die bey Berührung der Platten mit bloßen Händen nur etwas empfindlich ſind, werden ganz unaushaltbar,

bar, wenn man große Metallmaſſen in die Hände nimmt, und die Kette damit ſchließt. Ritter hat hierzu eiſerne Kugeln von etlichen Pfunden an Gewicht angewandt; mit ſilbernen Löffeln war aber auch ſchon die Erſchütterung ſo ſtark, daß ſie nicht leicht Jemand zum zweyten Mal empfinden mochte.

Zu gleicher Zeit, da man in Deutſchland mit der Galvaniſchen Batterie Verſuche anzuſtellen anfing, that man es auch in Frankreich. In Paris wurden die Verſuche von Robertſon und einer Commiſſion des Nationalinſtituts wiederholt [u]). Man fand, daß eine Kette von mehrern Perſonen die empfindbare Wirkung der Säule auf den menſchlichen Körper ſchwächt, daß ſie aber durch Iſolirung geſtärkt wurde. Auch war Robertſon der erſte, welcher einen Galvanometer, eine Vorrichtung, durch welche man die Stärke der Wirkungen verſchiedener Voltaſchen Säulen mit einander vergleichen oder wohl gar meſſen kann, vorſchlug. Dieſer Galvanometer beſteht aus einer 2 Zoll langen und 1 Linie weiten Glasröhre, welche mit Waſſer gefüllt wird, und in deren eines Ende ein Drath von Silber, in das andere aber einer von Zink hineingebracht wird; beyde Dräthe reichen ins Waſſer und ſtehen 1 Zoll von einander. Der Theil, wo ſich der Zink befindet, iſt in Zehntheile von Linien getheilt, wodurch man meſſen kann, wie viel Waſſer von der Gaserzeugung in einer gewiſſen Zeit verzehrt wird. Es iſt auch an dieſer Stelle ein Hahn angebracht, um Waſſer hinein, und Gas heraus zu laſſen. Bey dieſer Einrichtung wird alſo vorausgeſetzt, daß ſich die Stärke und Wirkung

u) Journal de Paris. N. 362. vom 18ten Septemb. 1800.

kung verſchiedener Voltaſchen Säulen zu einander verhalten, wie die in gleicher Zeit verzehrten Waſſermengen.

Faſt zu gleicher Zeit mit Voigt und Ritter beſchäftigte ſich auch Gilbert zu Halle mit Verſuchen der Voltaſchen Säule; anfänglich wurde dieſer von Horkel und nachher von Schimming unterſtützt. Schimming gab zuerſt eine vortheilhafte Art an, die Säule aufzuſtellen. Sie geſchah vermittelſt eines hölzernen Schraubenzwingers. Eine andere noch vortheilhaftere Art gab Gilbert an [v]). Auf ein lackirtes Bodenbret ſtellte er drey Glasſtäbe von 1 Zoll Länge ſo auf, daß ſich die unterſte Metallſcheibe der Säule horizontal und feſt darauf legen ließ. Dieſe Glasſtäbe dienen, die Säule völlig zu iſoliren, und unter der Bodenplatte freyen Raum zu verſchaffen, um nach Willkühr die untere Fläche derſelben berühren zu können. Auch auf das obere auf- und nieder bewegliche dreyſeitige Bret ſind in der Mitte der nach unten gekehrten Fläche, ſenkrecht über den Glasſtäben des untern Bodenbrets, drey 1 bis 2 Zoll hohe Glasſtäbe ganz auf dieſelbe Art, wie erſtere, aufgekittet. Sie ſind beſtimmt, die oberſte Metallſcheibe der Säule aufzudrücken, und die Säule auch von hier zu iſoliren, damit die oberſte Fläche der Endſcheibe ſich frey berühren läßt. Zur Haltung des Ganzen dienen in das untere Bret hineingehende Stäbe von lackirtem Holz, welche in den Ecken des obern Bretchens eingreifen, und durch ein noch höheres und größeres Bret durchgehen, durch deſſen Mitte eine mit dem kleinern Bretchen in Verbindung ſtehende Schraube, welche daſſelbe auf- und niederbewegt, geht. In der Höhe von

v) Annalen der Phyſik. B. VII. S. 182 f.

von je 20 bis 30 Scheiben befinden ſich kleine in die hölzernen Stäbe eingreifende Schrauben, welche bis zur Scheibe gehen, und dieſe faſſen. Um nun die Säule ſo viel als möglich iſolirt zu erhalten, endigen ſich dieſe kleinen Schrauben in Siegellackknöpfchen, mit welchen ſie unmittelbar an die Metallſcheibe aufdrücken. Gilbert ſchloß eine Säule durch Meſſingdräthe und Eiſenvitriolauflöſung. Sobald dieß geſchehen war, ging die Waſſerzerſetzung, verbunden mit einem lebhaften Kniſtern zwiſchen den Platten der Säule, vor ſich. Dabey wurde der Meſſingdrath von der obern Zinkſeite abgehoben, damit wieder in Berührung gebracht, und längſt dem Rande derſelben hinbewegt, ohne den untern Drath, welcher mit der Silberplatte in Berührung war, wegzunehmen. Hierbey zeigten ſich kleine Funken, wie Flämmchen, welche weiß, gelb, blau, grün und roth waren. Dieß Funkenſpiel wurde beſonders dadurch merklich erhöht, wenn die Kette eine Zeitlang ungeſchloſſen geſtanden hatte. Dieſe Funken ſahen ganz anders aus, als die elektriſchen. Gilbert bauete die Säule um. Jetzt gab der Drath der unterſten Zinkplatte mit der oberſten Silberplatte in Berührung gebracht eben ſo ſchöne Lichterſcheinungen. Während dieſe Funkenerſcheinung vor ſich ging, verband Gilbert die äußere Belegung einer Verſtärkungsflaſche mit dem Silberende, die innere mit dem Zinkende. Wenn beyde Armaturen mit trockenen oder naſſen Fingern berührt wurden, ſo war keine beſondere Erſcheinung wahrzunehmen. Verband man aber den Drath der äußern Belegung mit dem der innern, ſo bemerkte man einen kleinen Funken, und durch Daranſchlagen ließen ſich dieſem Drath einige Mal Funken entlocken, welche denen der Zinkplatte ähnlicher waren. Es wirkte alſo die Verſtärkungs-

flaſche als ſolche nicht, ſondern der Drath der innern Belegung als Fortſetzung des Zinkendes, ſo wie der andere als Fortſetzung des Silberendes. Während dieſer Zeit gab die Säule nie einen Schlag, oder eine andere Lichterſcheinung. Der Ammoniakgeruch um die Säule herum war ſo ſtark, und das Funkengeben ſo häufig, daß bey ſchnell folgenden Schließungen der Kette in einer Minute 150 große ſprühende Funken und Sonnen gezählt wurden.

Pfaff in Kiel [w]) bereitete ſich eine der Voigtſchen ähnliche Batterie. Seine erſten Verſuche gingen vorzüglich dahin, die Analogie mit der Elektricität in ihrem ganzen Umfange auszumitteln. Es gelang ihm, ſchon mit einer Säule von 20, ja von 15 Platten, Funken zu erhalten. Er heftete nämlich an den Drath, der mit dem obern Zink in Verbindung iſt, ein feines Goldblättchen, und näherte demſelben vorſichtig den Drath, der mit dem untern Silber in Verbindung ſtand, und nun erhielt er kleine Funken von einem glänzend weißen Lichte, die bey voller Stärke der Säule mit einem ſtarken Kniſtern begleitet, aber auch bey 20 Zinkplatten ſchon ſehr fühlbar waren. Ein anderes Verfahren, ſehr lebhafte Funken zu erhalten, beſteht darin, daß man die beyden Dräthe am Lichte ſchwarz macht, und gleichſam mit einem feinen Kohlenſtaube überzieht. Die Kohlentheilchen wirken als die feinſten Spitzen, und der ſchwarze Grund macht das Licht glänzender. Bey dieſen Verſuchen bemerkte Pfaff zum erſten Male nicht ſelten, wenn er den Drath dem Goldblättchen näherte, eine Anziehung dieſes letztern, und eben ſo eine Aufrichtung der Kohlenſtäub-

w) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. VII. S. 248 f.

lenſtäubchen. Einmal glaubte er ein Leuchten an der Säule der Metallplatte ſelbſt zu bemerken.

Ritter's Entdeckung, aus zwey durch Schwefelſäure getrennten Waſſerportionen, aus der einen bloß Sauerſtoffgas, und aus der andern bloß Waſſerſtoffgas zu erhalten, nennt Pfaff eine der wichtigſten in der ganzen Phyſik und Chemie, denen dadurch eine gänzliche Umwandlung bevorſtehe. Indeſſen, meint er, ſey nicht zu läugnen, daß Ritter's Art, den Verſuch anzuſtellen, nicht wohl den evidenten Beweis von der wichtigen Folgerung, die er daraus gezogen habe, geſtatte. Zu dem evidenten Beweiſe des Satzes, daß das Waſſer bald vollkommen in Sauerſtoffgas, bald vollkommen in Waſſerſtoffgas verwandelt werden könne, und daß die Verſchiedenheit dieſer beyden Gasarten nicht auf der Verſchiedenheit ihrer wägbaren Baſen, ſondern der feinen imponderabeln Stoffe beruhe, würde nämlich erfordert, daß man den Gewichtsverluſt des Waſſers bey Anſtellung dieſes Verſuchs genau beſtimmen, und ſomit ſeine Uebereinſtimmung oder Nichtübereinſtimmung mit dem erhaltenen Waſſerſtoffgas oder Sauerſtoffgas geben könnte. Eine ſolche Vergleichung ſcheine der unbequeme Ritterſche Apparat, der ſich der Schwefelſäure zur Trennung der beyden Waſſermaſſen bediene, nicht zuzulaſſen. Pfaff hat daher eine andere Vorrichtung erdacht, welche dieſen Forderungen entſpricht. Sie beſteht in einem runden Gefäße von gut lackirtem Holze, welches auf drey Füßen ruht. Die Tiefe beträgt gegen 3 Zoll, der Durchmeſſer eben ſo viel, übrigens ſind die Dimenſionen willkührlich, und ſie können größer oder kleiner genommen werden. In der Mitte iſt dieſes Gefäß durch eine Scheidewand von Holz, 2 Linien

 dick,

dick, in zwey Hälften getheilt, ſo daß das Waſſer in der einen auf keine Weiſe Communikation hat mit dem Waſſer in der andern Hälfte. Ungefähr in ihrer Mitte iſt eine Oeffnung, die mit einem wohl durchnäßten Pfropfe vollkommen verſchloſſen, übrigens die ganze Scheidewand, den Pfropf ausgenommen, mit Siegellackfirniß überzogen wird. Beyde Seiten des Gefäßes werden mit Löchern durchbohrt, und dadurch Golddräthe geſteckt, die auf beyden Seiten dem Pfropfe bis auf $\frac{1}{2}$ Linie genähert werden. Das Gefäß ſelbſt wird mit Waſſer gefüllt, jede Hälfte bis zu einer beliebigen Höhe, doch ſo, daß die Dräthe hinlänglich bedeckt ſind, und über jeden Drath wird ein mit Waſſer gefüllter Cylinder an das hölzerne Geſtelle aufgehängt. Werden nun die Golddräthe in gehörige leitende Verbindung durch Meſſingdräthe, und zwar der eine mit dem obern, der andere mit dem untern Ende der Galvaniſchen Batterie geſetzt, ſo fangen nun ſogleich aus jeder Waſſerhälfte ſich Luftblaſen zu entwickeln an, die in dem darüber aufgehängten Cylinder aufgefangen werden. Das Galvaniſche Fluidum, ſagt Pfaff, wird nämlich durch den naſſen Pfropf hindurch geleitet, ohne daß an den beyden Polen des Pfropfs ſelbſt eine Luftentwickelung ſtatt fände. Der Pfropf verhalte ſich alſo, wie die Schwefelſäure in Ritter's Verſuch, oder wie das Waſſer ſelbſt, nur daß er den Vortheil gewähre, beyde Waſſerquanta von einander zu trennen, in deren jedem der Entwickelungsproceß einzeln und getrennt von dem andern vor ſich geht, und zwar in dem einen die Entwickelung des Waſſerſtoffgas, in dem andern die Entwickelung des Sauerſtoffgas. Verhindere man durch eine dünne Oelſchicht die Ausdünſtung des Waſſers, ſo könne man das Quantum der Luft mit dem Gewichtsverluſt des Waſ-

ſers

ſers vergleichen; und ſtimmten beyde überein, ſo beweiſe dieſes eine vollkommene Verwandlung des Waſſers in die eine oder die andere Gasart.

Pfaff beſtätigte Gilbert's Verſuche in Rückſicht der Funken, und vermehrte ſie mit andern. Er fand Spitzen beſtändig beſſer zum Funkenlocken, als runde Körper. Holzkohle, Graphit, und beſonders Braunſteinerze dienten ſehr gut zu dieſer Funkenbildung. Er iſt beynahe geneigt, dieſe Funken als eine Folge eines wirklichen Verbrennens anzuſehen. Bey ſeinen Verſuchen mit dem von ihm angeführten Apparat entſtand auf der Sauerſtoffſeite der Geruch von Salpeterſäure nach einer Wirkungszeit von 6 Stunden; ſelbſt bey reinem deſtillirten Waſſer geſchah dieß. Nach einer Wirkſamkeit von einem Tage war das ganze Zimmer mit dieſem Geruch angefüllt, und der Golddrath war in purpurrothes Oxyd verwandelt.

Damals glaubte Pfaff an eine Analogie des Galvaniſirens der Metalle mit dem Magnetismus des Eiſens. So verſtärke auch ein als Leiter zwiſchen zwey mit Waſſer angefüllte Gläſer, welche durch Metalldräthe mit einer Voltaſchen Säule zuſammenhängen, angebrachter Eiſendrath die Polarität dieſer Dräthe. Er ſtellte hierüber einen Verſuch mit Gruner an. Nach ihm wird die Brauchbarkeit des Zinks in der Voltaſchen Säule durch einen Zuſatz von $\frac{1}{3}$ Zinn oder Bley nicht gehindert.

Bey der bisher gewöhnlichen Einrichtung der Voltaſchen Säule hatte man die Lagen der Scheiben in folgende Ordnung gebracht: Silber, Zink, Pappe, Silber, Zink, Pappe u. ſ. f. und ſie mit Pappe, Silber und Zink endigen laſſen; dagegen war Voigt's

und Ritter's Ordnung der Lagen dieſe: Silber, Pappe, Silber, Zink, Pappe u. ſ. f. und ſie endigte ſich ſo: Zink, Pappe, Zink. Die Verbindung mit der untern Silberplatte wurde Hydrogendrath, und die mit der obern Zinkplatte Oxygendrath genannt. Dieſe Verſchiedenheit in der Conſtruktion der Säule veranlaßte Boeckmann [x]) zu Carlsruhe, die Säulen nach verſchiedenen Ordnungen aufzubauen. Am Ende blieb er bey folgender: Silber, Tuch, Zink, Silber, Tuch, Zink u. ſ. f. Silber, Tuch, Zink. Bey ſeinen Verſuchen fand er zwar auch an beyden Dräthen die bekannten Wirkungen, aber auf eine entgegengeſetzte Art; nämlich am Zinkdrathe das, was Andere am Silberdrathe, und umgekehrt, bemerkt hatten. Denn ſo gab bey ihm der Zinkdrath Waſſerſtoffgas, und der Silberdrath Sauerſtoffgas. Aehnliche Erſcheinungen haben bereits Gilbert, Cruikſhank, Haldane und Pfaff erhalten; allein Boeckmann'n war es unbekannt, ob dieſe ihre Säulen abſichtlich oder nur zufällig auf dieſe Art errichtet hatten. Boeckmann vermuthete daher, daß die Hauptwirkung der einzelnen Lagen der Säule von der Einwirkung des Zinks und Silbers auf das dazwiſchen liegende feuchte Tuch herrühre. Und deßwegen könne er nicht wohl einſehen, was bey der Ordnung, Silber, Zink, Pappe, Silber u. ſ. f. die untere Silberplatte bewirken könne, da ſie vermuthlich nur die bereits erzeugte galvaniſch-elektriſche Materie von der darüber liegenden Zinkplatte u. ſ. w. fortleite, ſo daß der daran befeſtigte Drath eigentlich nicht Silberdrath, ſondern Zinkdrath genannt werden ſollte; das nämliche gelte auch umgekehrt von der oberſten Lage der Säule.

x) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. VIII. S. 137 f.

Säule. Noch weniger zweckmäßig ſchien ihm aber diejenige Conſtruktion zu ſeyn, wo die Säule mit Silber, Pappe, Silber anfängt; denn hier müſſe die galvaniſch=elektriſche Materie erſt von Zink durch Silber und Tuch zum unterſten Silberſtücke geleitet werden, und auch in dieſem Falle ſollte man den damit verbundenen Drath als vom Zink kommend betrachten, weil Silber und Silber wohl ſchwerlich auf das dazwiſchenliegende feuchte Tuch oder Pappe wirke; auch werde hier die obere Fläche des unterſten Silberſtücks gemeiniglich ausgezeichnet geſchwärzt, und es ſey daher wahrſcheinlich, daß ein Theil der Kraſt der Säule bey dieſer Oxydation verloren gehe.

Dieſelben Bemerkungen haben faſt zu gleicher Zeit mit Boeckmann von Arnim, Gruner und Erdmann gemacht, und den bisherigen Irrthum hierbey aufgedeckt.

Boeckmann hatte die Tuchſcheiben zwiſchen den Metallplatten gewöhnlich mit einer ſtarken Auflöſung von Kochſalz in Waſſer angefeuchtet. War es ihm aber um vorzüglich ſtarke Funken zu thun, ſo nahm er anſtatt des Kochſalzes Salmiak, oder auch wohl zuweilen ein Gemiſch von dieſen beyden Salzen. Dann war zwar die Wirkung beſonders ſtark, ſie nahm aber ſchon nach etwa $\frac{1}{4}$ Stunde wieder ſehr ab, und die Zinkplatten wurden ſtärker oxydirt, als ſonſt nach 1 oder 2 Tagen. Nach ſeinen Beobachtungen ſchien es, daß die ſtärkere oder ſchwächere Oxydation des Zinks mit der Stärke der Funken im genauen Verhältniß ſtehe; eine Meinung, welche auch Davy hatte.

Beym Funkenſpiel der Galvaniſchen Batterie bemerkte Boeckmann eine merkwürdige Erſcheinung.

Er leitete von der Zinkplatte einen Eiſendrath herab in eine mit Queckſilber gefüllte Glasſchale. Da er nun einen andern Eiſendrath, der mit dem Silberſtücke verbunden war, mit dem Queckſilber in Berührung brachte, ſah er einen ſchönen kleinen elektriſchen Funken von bläulich grüner Farbe, beynahe wie der einer kleinen ſchwach geladenen Flaſche. Dieſer Funke war rund, und hatte etwa 0,2 bis 0,3 Linien im Durchmeſſer. So oft jene Berührung erneuert wurde, erſchien auch ein ſolcher Funken.

Da er umgekehrt den Drath von der Silberplatte in das Queckſilber leitete, in daſſelbe einen andern Drath ſetzte, und mit ſeinem Ende die oberſte Zinkplatte berührte, erfolgte ein überaus ſchöner Funken, der ſich vom vorigen weſentlich unterſchied. Es war nämlich eine Art Funkenſprühen, wie wenn mit Stahl und Stein Feuer geſchlagen wird, oder wie im Großen das Verbrennen einer Uhrfeder in reinem Sauerſtoffgas. Die Farbe dieſer Funken war feuerroth, ſie ſtrömten oft 3 bis 5 Linien weit aus, und man hörte öfters eine Art von Kniſtern. Wenn er recht genau von der Seite beobachtete, ſo ſah er öfters in dem feuerrothen Funkenſprühen auch zugleich jenen bläulich grünen Funken. So viel er bemerkte, erfolgte das Feuerſprühen ſchon, als er den Eiſendrath der Zinkplatte bis auf $\frac{1}{2}$ oder 1 Linie näherte, und jener kleine brilliantirende Funken, mit rothem Feuer umgeben, erſt dann, als ſich bey fortgeſetzter Annäherung der Zink und der Eiſendrath berührten.

Einen ſolchen ſprühenden Funken erhielt er aber auch an der 2ten, 3ten bis 50ſten Zinkplatte von oben herab, allein er ward immer ſchwächer. Je ſpitzer die Dräthe ſind, deſto ſchöner werden die Funken;

ken; auch dürfen das Eiſen und die Zinkplatte nicht oxydirt ſeyn. Es ſchien ihm, daß vorzüglich Eiſendräthe zu dieſen Verſuchen geſchickt ſind; ſie gelangen ihm wenigſtens mit Meſſing- und Golddräthen nicht ſo gut.

Nach Boeckmann's Meinung hat die Entſtehung dieſer Funken die größte Aehnlichkeit mit der Entladung einer elektriſchen Batterie. Gleich nach den Funken ſcheint die Voltaſche Säule öfters entladen zu ſeyn, und man muß 30 Sekunden oder 1 Minute warten, um wieder einen ſchönen Funken zu erhalten. Nach 2, 3 und mehreren Minuten Ruhe ſind dieſelben um ſo größer und ſchöner.

Nachdem Boeckmann durch Pfaff darauf aufmerkſam geworden war, daß das Blattgold zum Funkenausziehen beſonders geſchickt ſey, ſo legte er ein Stückchen davon auf die oberſte Zinkplatte, und näherte demſelben den mit der unterſten Silberplatte in Verbindung ſtehenden Eiſendrath; die dadurch entſtehenden Funken überraſchten ihn ſehr, weil ſie von den bisher erhaltenen weſentlich verſchieden zu ſeyn ſchienen. Sie hatten nämlich eine blendende, bläulich-weiße phosphoriſche Farbe, ſo wie der erwähnte kleine, welcher ſich gewöhnlich in der Mitte der ſprühenden Funken zeigte. Man konnte dergleichen ſehr viele und ſchnell hinter einander hervorbringen; ſie gaben ein Geräuſch, wie wenn man Taffet zerreißt, und man konnte ſolches ohne beſondere Aufmerkſamkeit 8 bis 12 Schritte weit hören. Durch jeden Funken bekam das Blattgold ein kleines Loch, oder es ward eine hervorragende Spitze abgeſtumpft. Durch öftere Wiederholungen dieſer Verſuche hatte Boeckmann eine Fläche von einigen Quadratlinien Blattgold verbrannt oder

zer-

zerſtäubt. Hierdurch bewies er, daß wirklich eine Schlagweite des Funkens ſtatt habe, welches Gilbert bey ſeinen Verſuchen nicht wahrgenommen zu haben glaubte. Denn wenn Boeckmann die völlige Berührung des Draths mit dem Golde vorſichtig vermied, ſo konnte er das Ausziehen der Funken ſehr oft wiederholen. Nach einer auch nur kurzen Berührung hörten aber die Funken gewöhnlich mehr oder weniger auf. Lag das Blattgold nicht vollkommen auf der Zinkplatte auf, ſo ſah er hier zwiſchen dem Golde und Zinke, während er die gewöhnlichen Funken herauszog, noch beſondere einzelne Fünkchen. Brachte er auch an den Eiſendrath etwas Blattgold, ſo erhielt er beym Schließen der Kette noch ſchönere Funken als zuvor. War am Eiſendrathe allein Blattgold, und ſchloß er mit demſelben an der Zinkplatte die Kette, ſo erſchien gleichfalls die vorige Art von Funken, wobey jedoch nur ſelten einiges Sprühen beobachtet ward. Nehme man nun an, daß das Blattgold bloß wegen der feinen ſich darbiethenden Spitzen dergleichen ausgezeichnete Funken veranlaſſe, ſo ſey es doch ſonderbar, warum feine zugeſpitzte Golddräthe dieß nicht auch bewirken? — Da er endlich auch am Silberende der Säule die Kette ſchloß, ſo erſchienen beynahe eben dergleichen Funken. Auch entzündete Boeckmann mittelſt der Galvaniſchen Funken wohl ausgetrockneten Phosphor.

Pfaff war, wie bereits bemerkt worden, der erſte, welcher bey der Voltaſchen Säule außer den Funken eine Anziehung bemerkte. Die erſten Verſuchanſteller mit der Säule in England wollten zwar durchaus wahrgenommen haben, daß der Galvanismus derſelben durch keine Luft hindurch wirke. Allein Rit-

ter vermuthete ſchon damals, daß nur die bisherige Schwäche der Batterie eines, und die Unbeholfenheit der Mittel andern Theils Schuld ſeyn könne, wenn es nicht gelänge, Wirkungen des Galvanismus auch in der Ferne wahrzunehmen. Endlich war er [y]) auch wirklich ſo glücklich, Galvaniſche Anziehung und Abſtoßung zu entdecken. Er brachte nämlich an den mit dem Silberende der Batterie verbundenen Metalldrath ein 4 bis 5 Linien langes und kaum 1 Linie breites Streifchen eines gemeinen Goldblatts dergeſtalt an, daß es noch im ziemlichen Grade beweglich blieb, und beym Hin- und Herbewegen der Dräthe noch faſt gleich einem Pendel hin- und herſchwingen konnte. Ein ähnliches brachte er an den das Zinkende der Batterie repräſentirenden Drath. Beyde Dräthe näherte er vermittelſt iſolirender Handgriffe einander ſo weit, daß die an ihren äußern Enden befindlichen parallel hängenden Goldblättchen noch um ungefähr 1 Linie von einander entfernt waren. In dieſer Entfernung fingen die untern Spitzen der Goldſtreifen an, ſich eine nach der andern mit zunehmender Geſchwindigkeit hinzubewegen, bis ſie zuletzt, während die Dräthe, welche ſie trugen, unbewegt blieben, wirklich gegen einander ſchlugen, und ſo die Kette ſchloſſen. Er wiederholte dieſen Verſuch oft, und immer mit dem nämlichen Erfolge. Noch viel merklicher wurde die Anziehung im verdünnten Raume unter der Luftpumpe, wobey beſonders zu bemerken iſt, daß die Wirkung des Anziehens deſto beſſer von ſtatten geht, je beſſer die Batterie iſolirt iſt. Eben ſo fand er auch, daß ſich das Gleichartige des Galvanismus gegenſeitig abſtößt. Hierzu brauchte er nämlich zwey Batterien, deren Silberdräthe

y) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. VIII. S. 390 u. f.

berdräthe er mit einander in Verbindung brachte. Das nämliche erfolgte auch, wenn er die Zinkdräthe beyder Batterien mit einander verband. Ueberhaupt verhielt ſich die Galvaniſche Elektricität in Anſehung der Mittheilung und Vertheilung genau ſo, wie die Elektricität ſelbſt.

Der Regierungsrath Hedebrand in Büdingen ſtellte mancherley Verſuche, vorzüglich in Rückſicht der Einwirkung auf Empfindung an. Er berührte mit dem Zinkdrathe den Augenwinkel, und alsdann mit einem Leiter das Silber; ſogleich erfolgte ein heftiger Schlag im Kopfe und eine Lichterſcheinung. Auch beſtätigte er, daß das Anfaſſen von Metallſtäben mit naſſen Fingern und die Berührung der Säule vermittelſt derſelben beſſer wirke, als die Berührung der Säule mit naſſen Händen allein.

Auch der Prof. Treviranus zu Bremen hat mehrere merkwürdige Verſuche über den Galvanismus angeſtellt. Er war der erſte, welcher die Wirkſamkeit desſelben auf die Pflanzen entdeckte, welche von Humboldt und Andere nicht hatten finden können. Bey verſchiedenen Verſuchen gebrauchte er eine einfache Kette aus Zink, Kupfer und Waſſer. Schon Kupfer allein beförderte das Wachsthum der Pflanzen, noch weit mehr aber eine geſchloſſene Kette. Auch wandte er Ketten von Zink und Silber an, und auch hier wurde das Wachsthum der Pflanzen ungemein beſchleunigt; in dem unbewaffneten Gefäße voll Waſſer waren die Gewächſe noch grün und wachſend, als jene ſchon zu welken anfingen. Hierzu wandte er Kreſſenſaamen an. Den Wachsthum des Rockens ſchien der Zink und das Silber noch mehr zu befördern. In den Aufgüſſen von Saamenkörnern oder andern vegetabiliſchen Subſtanzen

ſtanzen entſtanden durch die Wirkung des Galvanis- mus ſtrahlenförmige Figuren, welche von einer Mi- ſchungsveränderung dieſer Subſtanzen herzurühren ſchienen. Die meiſten dieſer Strahlen zeigten ſich bey einer Armatur von zwey verſchiedenen Metallen, und zwar hier um die mit dem Sauerſtoffe am nächſten ver- wandten Metalle, und hierbey an der dem andern zuge- kehrten Seite. Die Entſtehung des Schimmels und der Prieſtleyſchen grünen Materie wird durch den Gal- vanismus verzögert. Das Keimen der Saamen wurde bald beſchleunigt, bald verzögert. In reinem armir- ten Brunnenwaſſer zeigten ſich keine Strahlen, eben ſo wenig im armirten Kalkwaſſer, ſelbſt wenn Kartof- feln hineingeſchnitten wurden. Nach Wegnahme der Armaturen entſtand in dem letzten Falle Schimmel und grüne Materie, als die Gefäße noch einige Zeit ge- ſtanden hatten.

Uebrigens prüfte Treviranus einige von Rit- ter aufgeſtellte Sätze. Nach dieſem wurde nämlich durch eine längere Schließung der Kette die Erregbar- keit erhöht, wenn der Nerve mit Silber, und der Mus- kel mit Zink armirt wurde. Umgekehrt verhielt es ſich, wenn die Armaturen auf die entgegengeſetzte Art ge- braucht wurden; auch hatte Ritter behauptet, daß im erſten Falle die Zuckungen heftiger bey der Oeffnung, und im zweyten bey der Schließung der Kette ſich er- eigneten. Treviranus fand dieß beſtätigt; allein nach ſeinen Verſuchen wurden dieſe Wirkungen modifi- cirt durch den Zuſtand der in der Kette befindlichen thie- riſchen Organe. Er fand nämlich, daß eine Armatur der Nerven von Zink, und eine Armatur des Muskels von Silber, deprimirende Wirkungen äußern können, ohne daß ſich die Depreſſion, nach Ritter, durch

eine entgegengeſetzte Armatur wieder heben laſſe. Der von Ritter aufgeſtellte Satz: daß die Depreſſion nur örtlich ſey, daß ſie manchmal durch anders geordnete Armatur nicht wieder gehoben werde, liegt nach Treviranus in der mindern Erregbarkeit, indem dieß nur der Fall bey Fröſchen war, welche ſchon lange der Galvaniſchen Wirkung ausgeſetzt waren. Spießglanz und Silber, ſo wie auch Spießglanz und Zink, gaben keine Wirkung, wofern nicht vorher die Schenkel durch Zink und Silber einen Reitz erhalten hatten. Zink und Kupfer, welche als Armaturen der Nerven gebraucht wurden, brachten weit kräftigere Zuckungen hervor, als Zink und Silber. Zink und Wismuth verurſachten keine Zuckungen. Hierauf wurde der Nerve, der vorher mit Zink armirt geweſen war, mit Silber armirt, hier blieb der Zink, Wismuth und Kupfer als andere Armatur unwirkſam; nur Eiſen zeigte einige, aber ſchwache, Wirkung. Andere vorhergegangene Galvaniſche Verſuche modificirten daher den Erfolg der folgenden auf gar verſchiedene Weiſe, und es läßt ſich bis jetzt nicht genau angeben, wie zwey Metalle wirken werden, wenn ſchon vorher mit den zu reitzenden Theilen Galvaniſche Verſuche vorgenommen worden ſind.

Auch ſollten nach Ritter die Zuckungen beym Schließen der Kette ſtärker ſeyn und die Erregbarkeit unterdrückt werden, wenn das dem Sauerſtoffe am nächſten verwandte Metall zur Belegung des Nerven, das andere zu der des Muskels gebraucht werde. Auch bringe eine umgekehrte Anlage eine entgegengeſetzte Wirkung hervor. Ritter ſelbſt bemerkte zwar entgegengeſetzte Wirkungen von dieſem Satze; allein er ſuchte dieſe damit zu beſchönigen, daß wir noch keine

genaue

genaue Verwandtſchaftstafeln beſäßen. Dagegen zeigte Treviranus, daß dieß Geſetz in ſeiner ganzen Ausdehnung wohl unrichtig ſeyn müſſe. Er armirte den Nerven eines Froſches, welcher dem Galvaniſchen Reitze noch nicht war ausgeſetzt worden, mit Eiſen, und ſeine Muskeln nach und nach mit Zink, Gold, Spießglanz, Kupfer, Waſſerbley, Braunſtein und Wismuth. Die beyden erſtern, und zwar Gold heftiger als Eiſen, verurſachten Contraktionen, und beyde am ſtärkſten bey Schließung der Kette. Kupfer verhielt ſich ganz wie Zink. Waſſerbley ſtand in der Mitte zwiſchen Zink und Gold; auch hier war die Zuckung beym Schließen am ſtärkſten. Braunſtein wirkte wie Waſſerbley, auch hier ſchien die Wirkung bey der Schließung am ſtärkſten zu ſeyn. Spießglanz gab ganz und gar keine Wirkung. Wenn Ritter's Meinung Grund hätte, ſo müßten überhaupt die ſtärkſten Zuckungen nach einer ganz andern Anordnung erfolgen, als es geſchieht. Statt daß Eiſen und Zink faſt die oberſte Stelle einnimmt, müßte es nach Ritter's Meinung beynahe ganz unten ſtehen. Ritter's Satz gilt alſo nicht allgemein. Nach Treviranus Verſuchen wird die Galvaniſche Flüſſigkeit beym Durchgange durch den Nerven oder den Muskel geſchwächt und retardirt, ſie mag nun durch den Muskel in den Nerven oder durch den Nerven in den Muskel übergehen. Uebrigens vermuthet Treviranus, daß alle meteorologiſchen Veränderungen von einem beſtändigen Galvaniſchen Prozeſſe zwiſchen der Erde und dem Monde, welcher durch den Einfluß der Sonne modificirt werde, herkommen.

Sehr frühzeitig wurden auch von Grimm in Breslau Verſuche mit der Voltaſchen Säule angeſtellt.

Der Mechanikus Klinger hatte dabey eine Vorrichtung angebracht, wodurch man die Luftarten in beſondern Röhren auffangen konnte. Nachdem er nun dieſe Röhren mit einer Auflöſung von ſchwefelſaurem Eiſen anfüllte, bekam er an dem einen Drathe Waſſerſtoffgas, an dem andern aber kein Gas; an dem erſtern fiel regulinisches Eiſen nieder. Nachdem eine einfache Röhre mit warmem Urin angefüllt wurde, ſo überzogen ſich beyde Dräthe mit einer weißen Wolke, welche ſich als ein Schleim trennte und zu Boden ſetzte. Nach 70 Minuten hörte dieſe Schleimbildung auf, und dann entwickelte ſich an dem einen der beyden Kupferdräthe Waſſerſtoffgas, während der andere ſich oxydirte. Bey Anwendung des Kalkwaſſers erſchien Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas, ohne daß Oxyd zum Vorſchein kam. Unwirkſam war die Säule auf Terpentinöl; ungariſcher Wein kam in Gährung, wobey ſich Waſſerſtoffgas und kohlenſaures Gas entbanden.

Auch hatte der Mechanikus Klinger einen Cruikſhankſchen Trogapparat verfertigt, und zwar mit der von Gilbert angegebenen Verbeſſerung, indem zwiſchen das hölzerne Geſtelle Glasplatten eingekittet wurden. Die Gasentbindung wurde durch eine Batterie von 495 Schichtungen nach ihm nicht verſtärkt.

Ueber die Hervorbringung und Wirkung der Galvaniſchen Funken und über die Verbrennung des Galvaniſchen Feuers hat auch Tromsdorf lehrreiche Verſuche angeſtellt. Als er die Spitze eines mit der Minusſeite verbundenen Eiſendraths mit einer dünnen und ſpitzgefeilten Stange Zink verband, entſtanden im Augenblick der Berührung Funken, welche die Farbe des brennenden Zinks hatten. Als er an die

Plusſeite Goldblättchen klebte, und dieſen einen Eiſendrath von der Minusſeite näherte, ſo entſtanden mit Geräuſch purpurviolette lebhafte Funken, und das Gold verſchwand ſchnell. Dieſen Verſuch wiederholte er, mit demſelben Erfolg, mit Säulen von 250 bis 300 Schichtungen und 4 bis 5 Zoll langen Goldſtreifen. Der Golddrath war hierbey nicht ſowohl geſchmolzen, als oxydirt. Die Verbrennung hatte Tromsdorf beſtändig mittelſt der Zinkſeite bewirkt, ohne anzuzeigen, in wie fern die Silberſeite zu ſolchen Verbrennungen tauglich oder nicht tauglich ſey. Beſonders merkwürdig war es, daß auch im Waſſerſtoffgas, Ammoniak in Gasform, kohlenſtoffſauren Gas und Stickſtoffgas das Gold verbrannte, wie in atmoſphäriſcher Luft. Da er aber ſelbſt noch nicht mit Gewißheit behaupten konnte, daß die Gasarten rein von Sauerſtoffgas waren, ſo ließ ſich aus dieſen Verſuchen auch noch nicht viel mit Beſtimmtheit ſchließen. Uebrigens hatte er denen, welche die Einfachheit des Waſſers behaupteten, einige Fragen und Beweisführungen vorgelegt, nämlich: eine Quantität Waſſer in reines Sauerſtoffgas, und eine andere in reines Waſſerſtoffgas zu verwandeln, mit demſelben bleibenden Gewicht der Waſſermenge, welche verwandelt iſt, und zu zeigen, daß jenes weder Oxyd, noch dieſes Hydrum ſey, auch eine Erklärung der Waſſererzeugung zu geben, und zu zeigen, daß ihre Hypotheſe die einzig mögliche ſey.

In Berlin wurden ebenfalls Verſuche mit der Voltaſchen Säule gemacht, und zwar zuerſt von D. Bremer, hierauf von Erman und Simon, und dem D. Grapengießer. Der letztere, Bourguet und Erman nebſt den ſchwediſchen Officieren,

Major Hellwich und Obriſt von Taraſt, ſtellten merkwürdige Verſuche an [z]). Zur Verſtärkung des Galvaniſchen Funkens machten ſie folgende Vorrichtung. Ein mit einem Knopfe verſehener Drath, der mit der Silberſeite der Säule durch eine Kette in Verbindung ſtand, wurde von unten in den Cylinder eines Bennetſchen Elektroſkops, an deſſen Spitze der Drath von der Zinkſeite lag, gebracht, und den Goldblättchen genähert. Die Goldblättchen wurden wechſelſeitig vom Knopfe angezogen und abgeſtoßen. Nachdem dieß Schauſpiel eine Weile gedauert hatte, ging mit einem Male ein knitternder Funke zwiſchen dem Goldblättchen und dem Knopfe über. Als man den Verſuch wiederholen wollte, zerriſſen die Blättchen. Nun umgab man die Kante, welche zur Aufnahme der beyden Goldblättchen beſtimmt war, mit einem unregelmäßigen Büſchel von Blattgold, woran ſich viele Kanten befanden, ſetzte das Gehäuſe des Elektroſkops wie vorher mit der Säule in Berührung, und näherte den Drath von der Silberſeite dem Goldblattbüſchel. Es entſtanden noch weit lebhaftere Funken als zuvor. Das Goldblättchen ſchmolz bey jedem Funken an der Stelle aus, wo man demſelben den Knopf näherte, und nachdem der Verſuch eine Zeitlang fortgeſetzt war, erſchien der Knopf durch die Loupe theils mit unregelmäßigen Goldflinkern, theils mit geſchmolzen geweſenen Goldkügelchen bedeckt, zum Theil war er auch dauerhaft vergoldet; nichts ließ aber eine vorgegangene Oxydation des Goldes vermuthen.

Dieſer Verſuch gelang eben ſo gut, wenn man den Drath von der Spitze des Elektroſkops in Berüh-

rung

z) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. VII. S. 48 u. f.

rung brachte, und den Drath von der Zinkſeite dem Goldbüſchel näherte.

Es wurde jede Kette, ſowohl die von der Zinkſeite als auch die von der Silberſeite, mit einem iſolirten Direktor verſehen; die Enden beyder Direktoren wurden mit einem Goldblattbüſchel beklebt; man hielt ſie nun iſolirt, und näherte ſie einander in der freyen Luft. Auch hier gingen große, lebhaft glänzende, ſtark knitternde Funken über, und das Gold ſchmolz wie zuvor. Derſelbe Erfolg fand ſtatt, wenn nur der eine Direktor mit einem Goldbüſchel verſehen war.

Die Entzündungen durch den Galvaniſchen Funken zu bewirken wurde ein Goldblatt auf eine Glasplatte gelegt, ſo daß es nicht glatt, ſondern nur locker anlag und viele Runzeln bildete, und mit Hülfe eines Leinwandsbeutelchen leicht mit Schwefelblumen bepudert. Als man nun einen von den beyden obigen Direktoren auf das bepuderte Goldblatt legte, und daſſelbe mit dem zweyten Direktor, der mit einem Goldbüſchel verſehen worden war, berührte, entſtand ein lebhafter Funken und der Schwefel entzündete ſich. Dieſe Entzündung erfolgte jedoch nicht allemal beym erſten Funken.

Es wurden einige Tropfen Schwefelnaphtha in einen ſilbernen Theelöffel gegoſſen, welcher auf einem iſolirenden Geſtelle ſtand, und deſſen Stiel mit der einen Seite der Batterie in Verbindung war. Mit einem iſolirenden Direktor, der von der andern Seite der Batterie kam, leitete man nun Funken auf die Naphtha. Sie ſchlugen lebhaft durch, und es entſtand ein ſchwarzer Fleck an der Stelle des Löffels, auf welche die Funken ſchlugen; aber es erfolgte keine

Entzündung, das Ende des Direktors mochte mit Goldblatt verſehen ſeyn, oder nicht. Der ſchwarze Fleck war vermuthlich eine carbure de cuivre, welches ſich aus Kohlenſtoff der Naphtha und aus Kupfer aus dem Probeſilber gebildet hatte.

Ein Goldblatt, welches auf einer Glasplatte eben ſo lag, wie bey der Entzündung des Schwefels, wurde mit Naphtha benetzt, und noch ein ſehr kleiner mit Naphtha getränkter Baumwollenflocken darüber gelegt. Als man einen Funken, wie bey der Entzündung des Schwefels, darauf ſchlagen ließ, gerieth die Naphtha in Brand.

Etwa 10 Grad fein geriebenes Schießpulver wurde auf ein Papier gelegt. Als man nun mit den beyden iſolirten Direktoren, deren Enden man mit Goldblatt verſehen hatte, im Pulver etwas umherwühlte, ſo daß ſich etwas anhieng, und ſie alsdann in der Pulvermaſſe ſelbſt einander näherte, entſtand eine Entzündung des Pulvers.

Eine Glasröhre, 3 Linien weit und 3 Zoll lang, wurde an einem Ende mit einem Korkſtöpſel verſchloſſen, durch welchen ein Meſſingdrath ging, der mit einem fein zugeſpitzten Ende etwa 1½ Zoll in die Röhre hineinging. Das andere mit einer Oeſe verſehene Ende ragte aus der Röhre heraus. Man verſchmolz den Stöpſel mit Siegellack, füllte die Röhre im Waſſerapparate mit einem Gemenge aus zwey Theilen Waſſerſtoffgas und einem Theile Sauerſtoffgas, verſchloß ſie mit dem Finger unter Waſſer, hob ſie heraus, verſchloß die Mündung ſchnell mit einem Korkſtöpſel, durch welchen ein zugeſpitzter Drath geſteckt war, deſſen Spitze man mit etwas Goldblatt verſehen hatte,

trock-

trocknete die Röhre äußerlich ab, brachte den einen Drath durch eine Kette mit dem obern, und den andern mit dem untern Ende der Batterie in Berührung, faßte das Rohr mit der einen, und den nichteingekitteten Stöpſel mit der andern Hand, und bewegte den Stöpſel etwas, ſo daß die innern Dräthe gerade gegen einander über und nahe genug kamen. Der Funken ſchlug nun über, das Gas entzündete ſich, und der nichteingekittete Stöpſel wurde herausgetrieben.

Hierauf verſuchten ſie auch, eine Verſtärkungsflaſche durch die Galvaniſche Elektricität zu laden. Es wurde die äußere Belegung einer kleinen Flaſche mit der Silberſeite, und ihr Knopf mit der Zinkſeite der Säule eine Zeitlang in Berührung gebracht, die Flaſche ward dadurch geladen. Ihre innere Belegung zeigte durch Nicholſon's condenſirenden Elektrometer + E, ihre äußere Belegung — E. Auf dieſe Art hatte bereits Cruikſhank eine Leidner Flaſche durch eine Galvaniſche Batterie geladen.

Wenn die innere Belegung mit der Silberſeite und die äußere mit der Zinkſeite in Berührung gebracht wurde, ſo zeigte die innere — E, und die äußere + E.

Dieſelben Verſuche wurden mit einer etwas größern Flaſche von etwa 3 Quadratzoll Belegung wiederholt, und mit demſelben Erfolge. Als dieſe mit einem goldenen Entlader entladen wurde, zeigte ſich zwiſchen dem Knopfe der Flaſche und dem Entlader ein deutlicher Funke. Auch war dieſer Funken ſichtbar, als man die Flaſche in die hohle Hand faßte, und mit dem naſſen Zeigefinger entlud. Bey einer ähnlichen Entladung mit einem trockenen Finger konnte man keinen Funken bemerken.

Hierauf verſuchten ſie die Entladung einer Flaſche von mehr als 1 Quadratfuß Belegung. Dieſer lud ſich wirklich, und wirkte weit ſtärker auf das condenſirende Elektrometer, als die kleinen Flaſchen. Die Divergenz der Hollundermarkkügelchen war ſo ſtark, daß ſolche an der innern Fläche des Glasgehäuſes kleben blieb. Auch dieſe Flaſche entlud ſich mit einem ſichtbaren Funken. Eine Erſchütterung konnten ſie bey der Entladung nicht bemerken. Um eine Flaſche mit der Säule zu laden, war es nicht durchaus nothwendig, daß beyde Belegungen der Flaſche mit dem Drathe der Säule in Berührung gebracht wurden. Es ließ ſich auch eine Flaſche laden, indem man ſie bey ihrer äußern Belegung mit der Hand hielt und ihren Knopf mit dem einen Drath der Säule in Berührung brachte, während der andere Drath entweder in einem Gefäße mit Waſſer hieng, oder von einem Menſchen berührt wurde.

Auch verſuchte Erman, die lichtenbergiſchen Figuren mittelſt der Voltaſchen Säule hervorzubringen. Er bediente ſich hierzu zweyer Condenſatoren. Der erſte beſtand aus zwey Metallplatten von 9 Zoll Durchmeſſer, zwiſchen welche man eine doppelte Taffetſcheibe legt. Die untere Platte ſtand uniſolirt auf dem Tiſche. Die andere konnte mit Hülfe eines gläſernen Griffs iſolirt aufgehoben werden. Der zweyte Condenſator hatte dieſelbe Einrichtung, nur waren die Platten weit kleiner, etwas über 2½ Zoll im Durchmeſſer, und die obere iſolirt abzuhebende Platte war mit einem kleinen Nadelknopfe verſehen.

Der Drath an der Zinkſeite der Säule wurde mit der untern iſolirenden Platte des großen Condenſators in Berührung gebracht, und um die obere Platte mehrmals

mals, etwa 6 Mal, hinter einander mit dem Silberdrathe berührt, darauf iſolirt abgehoben, und mit ihr die obere Platte des kleinen Condenſators berührt. Hier entſtand ein kleiner knitternder Funke. Nunmehr wurde die obere Platte des kleinen Condenſators iſolirt abgehoben, und ein Elektrophor mit dem Nadelknopfe an drey verſchiedenen Stellen berührt. Als man den Elektrophor mit Bärlappſaamen bepuderte, zeigten ſich an den berührten Stellen des Elektrophors ſehr deutliche Lichtenbergiſche Figuren.

Wenn man den Verſuch dahin abänderte, daß man den Drath an der Silberſeite der Säule mit der untern Platte des großen Condenſators in Berührung brachte, die obere Platte deſſelben mehrmals mit dem Drathe von der Zinkſeite berührte, alles Uebrige aber wie zuvor veranſtaltete; ſo fand man an den berührten Stellen des Elektrophors ſehr deutliche poſitive Lichtenbergiſche Figuren.

Um dieſelbe Zeit, als Boeckmann Phosphor mittelſt der Säule entzündete, bewerkſtelligte dieß auch D. Steffens. Nach ſeiner Meinung zeigen ſpitze Körper eine größere Wirkſamkeit, als ſtumpfe, und die perpendikuläre, oder mit der Säule parallel laufende Richtung verhält ſich am thätigſten. Brachte er Ammoniak in die Zerſetzungsröhre, ſo erhielt er faſt gar kein Stickgas. Golddräthe und Kupferdräthe bewirkten keine Zerſetzung des Ammoniaks, wohl aber Eiſendräthe. Hier oxydirt ſich das Eiſen an der Zinkſeite nicht, ſondern der Drath an der Zinkſeite entbindet beynahe ganz reines Sauerſtoffgas, und dieß um deſto mehr, je mehr das Waſſer Ammoniak enthält.

Weil die gewöhnlichen Galvaniſchen Säulen manche Unbequemlichkeiten an ſich hatten, wurde D.

Oerſtaedt *) aus Copenhagen veranlaßt, eine andere Einrichtung ohne Platten anzugeben. Ihm ſchien nämlich die Entwickelung des Waſſerſtoffgas bey verſchiedenen Auflöſungen der Metalle in verdünnten Säuren eine dabey vorgehende Galvaniſche Operation zu beweiſen; wo man alſo den Galvaniſchen Prozeß in einer bequemen Vorrichtung vorgehen laſſen müßte, um Galvaniſche Erſcheinungen zu erhalten. Der Erfolg beſtätigte zum Theil ſeine Vermuthung. Die Vorrichtung des D. Oerſtaedt beſteht aus mehreren gebogenen Glasröhren von etwa 6 Zoll Länge und $\frac{1}{2}$ bis 1 Zoll Weite. Der gekrümmte Theil der Röhre iſt mit Amalgama von gleichen Theilen Queckſilber und Bley ausgefüllt. In dem einen Arme kommt Schwefelſäure, welche mit 4 bis 6 Theilen Waſſer gemiſcht ſeyn kann, und etwas Zink, und in dem andern Arme ein bis zu dem Amalgama hinuntergehender dicker bleyerner Faden, welcher bis zu der verdünnten Säure und dem Zinke in eine der andern Röhren geht. Der Zwiſchenraum zwiſchen dem bleyernen Faden und den Wänden des Glaſes iſt, um das Amalgamiren deſſelben zu verhindern, mit geſchmolzenem Wachs, oder mit einer Miſchung aus 4 Theilen Wachs und 1 Theile gekochten Terpenthin ausgefüllt. Die beyden Endröhren werden durch zwey kreuzweis liegende Fäden verbunden. Die Endſäule mit der Säure gibt den poſitiven, die andere den negativen Pol. Der beſtändige Verluſt der verdünnten Schwefelſäure an Waſſer macht es nothwendig, dann und wann einige Tropfen Waſſer, oder noch beſſer verdünnte Säure nachzugießen. Oerſtaedt verſichert, daß er dieſen Apparat länger als 8 Tage in ununterbrochener Wirkſamkeit geſehen habe. Bey ſeiner Reiſe durch Jena zeigte er Voigten

*) Voigt's Magazin. B. III. St. 2. S. 412.

Voigten eine ſolche Vorrichtung mit 4 Röhren, welcher verſichert, daß ſie in Anſehung der Entbindung des Gas und des Geſchmacks an der Zungenſpitze noch merklicher war, als er beydes (freylich unter ungünſtigen Umſtänden) bey ſeiner Silberbatterie aus Zink- und Silberplatten von 30 Lagen kaum gehabt hatte.

Oerſtaedt's Apparat iſt eigentlich Volta's ſogenannter Becherapparat, welcher dem Bergaſſeſſor Gahn [b]) einfacher und bequemer als der letztere und der Cruikſhankſche Apparat ſchien. Gahn machte einige Abänderungen daran. Statt der Röhren nahm er 4 Zoll hohe und 1 Zoll weite Gläſer, und legte auf den Boden eines jeden etwas Bley, Zinn oder Zink, oder ein aus dieſen Metallen gemiſchtes Amalgama. Das ſchmalere Ende eines zuvor in Queckſilberauflöſung getauchten und, die Enden ausgenommen, mit einer Miſchung aus Wachs und Harz überzogenen ſtreifenförmig geſchnittenen Kupferblättchens wurde in dieſes Amalgama geſteckt, das andere breitere Ende in das nächſte Glas hineingebogen, ſo daß es in einiger Entfernung über dem Amalgama blieb. Auf das Amalgama warf er einige Zinkſtückchen, füllte in die Gläſer liquiden ſchwefelſauren Zink, dem noch etwas Schwefelſäure zugeſetzt wurde, und überzog die Ränder der Gläſer mit einer Miſchung aus Wachs und Harz, um das Ueberſteigen ſalziger Incruſtationen über die Ränder zu vermeiden. Eine ſolche Batterie behielt ihre Kraft, ohne merkliche Abnahme, wenigſtens einen Monat lang, genügte aber Gahn doch nicht ganz. Das Amalgama dient bloß zur genauen und vollkommenen Berührung zwiſchen Zink, Bley und Kupfer.

b) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XIV. S. 235.

Kupfer. Ihr Vortheil beſteht allein darin, daß man einzelne Zinkſtückchen und Körner anwenden, und, wenn der alte oxydirt iſt, neuen hineinwerfen kann.

Um der Stöpſel entübrigt zu ſeyn, welche in manchen Verſuchen Störung oder Unbequemlichkeit verurſachen, hat Gahn an den Enden der gebogenen Röhren des Gasapparats Hälſe angebracht, und in dieſe gläſerne, aus dicken Thermometerröhren verfertigte Stöpſel eingeſchmirgelt. Die durch dieſe Stöpſel oder Röhren gehenden Dräthe werden an der innern Seite mit etwas Wachs und Harz befeſtigt. An das Knie der Röhren ſchmilzt Gahn vor der Lampe eine oder zwey umgebogene kleinere Röhren zur Ableitung der Gasarten.

Außer ſeinen bereits angeführten Verſuchen in Rückſicht der Empfindung der Galvaniſchen Wirkſamkeit hat Ritter noch weit mehrere angeſtellt, deren merkwürdigſte folgende ſind: Wurde ein Ohr in die Kette gebracht, ſo ward das Gehör von einem Schall begleitet, die Empfindung aber verſchieden: bey der Zinkplatte, als wenn ſich etwas vor das Ohr legte, bey der Silberſeite ſcharf und hineinſchneidend. In der Trennung wechſelt das ſchmerzliche Gefühl. Wenn beyde Ohren in die Verbindung der Kette gebracht wurden, ſo war Schall und Schmerz weit heftiger, und bey 15 bis 20 Plattenpaaren ſchon ſo ſtark, als bey 100 dergleichen, wenn nur ein Ohr mit der Kette verbunden war. Iſt die Batterie ſtark genug, ſo entſteht eine Betäubung ohne bemerkbaren Schall. Das Brauſen entſteht auf der Silberſeite von dem ſich entwickelnden Waſſerſtoffgas, auf der Zinkſeite vom Sauerſtoffgas, welches frey wird, und welche auch aus der Feuchtigkeit in den Gehörorganen an den Enden

den

den der Verbindungsdräthe frey werden. Uebrigens ſind nach Ritter die Galvaniſchen Verſuche für die Geſundheit des Experimentators eben nicht vortheilhaft. Augenentzündung, geſchwächte Empfindlichkeit der Zunge, Schwindel, Schnupfen und Kopfweh pflegen zu folgen, wenn Augen, Zunge, Naſe und Ohren einer anhaltenden und ſtarken Wirkung des Galvanismus ausgeſetzt werden. Da Ritter eine geraume Zeit mit einer ſtarken Batterie, welche Zuckungen bis in die Schultern bewirkte, in Verbindung blieb, verlor der mit der Silberſeite verbundene Arm einen Theil ſeiner Beweglichkeit und wurde kalt, zugleich entſtand in der Hand ein unangenehmes und ſtarkes Zucken. Als er eine Stunde lang damit in Verbindung geweſen war, ſo überfiel ihn eine Viertelſtunde hernach ein Durchlauf und eine Mattigkeit und Schläfrigkeit aller Glieder. Ueber 1½ Woche hindurch hatte er die widrigſten Zufälle, ſo daß er medicinische Mittel gebrauchen mußte.

Die Verbrennung mittelſt der Galvaniſchen Batterie hatte Tromsdorff beſtändig nur mit der Zinkſeite derſelben bewirkt. Um nun auch zu beſtimmen, wie ſich hierbey die Silberſeite verhalte, errichtete Ritter c) eine Batterie von 224 Plattenpaaren mit heißer Kochſalzauflöſung. Brachte er nun den Silberdrath mit der oberſten Zinkplatte in Berührung, ſo entſtanden ſtark knackende Funkenſonnen von 1½ Zoll Durchmeſſer und darüber, mit dem herrlichſten blauen Kerne in der Mitte, wobey trockene Dampfwolken von großem Umfange aufſtiegen, und nach jedem Funken eine ausgebrannte, mit Zink platt bedeckte ſchwache Vertiefung zu bemerken war. Nun hieng er an einen Eiſendrath

c) Gilbert's Annalen. B. IX. S. 344.

ſendrath der Zinkſeite ein ganz großes Blatt Silber ſo auf, daß es gleich einer Fahne daran herunter hieng, und befeſtigte an den Drath der Silberſeite ein Stück ſehr ſauber leitende Kohle. So wie er nun die Kohle unten an den Rand des Silberblatts brachte, brannte ſogleich ein Stück von der nämlichen Figur, als der Umriß der Kohle war, die es berührte, aus, ja ließ er die Kohle mit ihm in Berührung, ſo dauerte das Verbrennen fort, und durch Hin- und Herbewegen der Kohle am Silber konnte er in kurzer Zeit das große Blatt Silber ganz aufzehren. Als er ein neues Blatt Silber ſo aufgehangen hatte, und mit der Kohle, ſtatt an den Rändern, auf deſſen Fläche hin und her fuhr, brannte die Kohle überall, wo er ſie hinführte, das Silber durch, und es war leicht, auf dieſe Art Schriftzüge, oder was man wollte, in das Silber nach Belieben einzubrennen. An der Kohle war keine Veränderung zu bemerken. Jetzt kehrte er die Ordnung um, brachte ein Blatt Silber an den Silberdrath der Batterie auf gleiche Art an, wie vorher an dem Zinkdrathe, und daſſelbe Stück Kohle, das vorigen im Verſuche am Silberdrathe geweſen war, an den Zinkdrath der Batterie, und verſuhr nun wie zuvor. Aber hier war von allem Obigen auch nicht das geringſte zu bemerken, kein Abbrennen des Silbers von unten herauf, kein Einbrennen von Schriftzügen u. ſ. w., die Ränder des Silberblatts blieben ſo ſcharf und geradlinicht als irgend vorher, und er war nicht im Stande, auch die geringſte Oeffnung in die Fläche des Blatts einzubrennen. Dagegen erſchienen an der Kohle gelbe, mehr als momentane Funken, die vorher im umgekehrten Verſuche nicht vorhanden waren; ganz ſcharfe Ränder der Kohle ſchienen ſtumpf zu werden, kurz, alles deutete auf eine Verbrennung der

der Kohle. Hierdurch ward alſo erwieſen, daß auch auf trockenem Wege die an den letzten Enden der Batterie möglichen Oxydationen auf die Zinkſeite, oder die Oxygenſeite derſelben eingeſchränkt ſind (in dem Verſtande, wie Ritter die Batterie von innen aus analyſirt hatte), und daß folglich, im Fall Desoxydationen auf gleichem Wege zu bewirken möglich ſind, dieſe auf keiner andern, als der Silber- oder Hydrogenſeite vorkommen müſſen, gerade wie es auf dem naſſen Wege der Fall iſt.

Hierauf füllte Ritter eine Schaale mit Queckſilber, leitete in daſſelbe den eiſernen Drath der Zinkſeite der Batterie der vorigen Verſuche, und ſchloß mit dem ähnlichen Drathe der Silberſeite, indem er die Spitze deſſelben mit dem Queckſilber in einer Entfernung vom andern in Berührung brachte. Bey jeder Berührung entſtand außer dem bekannten Funken ein Stern von ſchwarz oxydirtem Queckſilber, der ſich erſt dann ganz deutlich ausnahm, als der Drath wieder weggenommen war. War er recht behutſam, ſo konnte er Funken und Stern ohne Berührung des Draths mit dem Queckſilber erhalten. Am ſchönſten und regelmäßigſten entſtand der Stern, wenn er mit der Spitze eines Golddraths ſchloß. Dieſe Sterne halten ſo feſt an dem Queckſilber, daß man es herumſchwenken kann, ohne daß ſie vergehen. Die Zahl ihrer Strahlen iſt unbeſtimmt. Vier, fünf, ſechs, das ſcheint das gewöhnlichere zu ſeyn. Der Durchmeſſer dieſer Sterne betrug $\frac{1}{2}$ bis 1 Linie und darüber.

Kehrt man aber den Verſuch um, d. i. bringt man den Drath der Silberſeite in das Queckſilber, und ſchließt mit dem Zinkdrathe der Batterie, ſo ſtellen ſich mit jeder Schließung, außer den

zu ihr gehörigen, vom vorigen merklich verſchiedenen Funken, ſtatt der Sterne Punkte, Ringe, Ringe mit Punkten, volle runde Flecken, kurz, beſtändig Geſtalten ein, deren Grenze der Kreis iſt.

Unter Umſtänden gab die angeführte Batterie von 224 Plattenpaaren in der allererſten Zeit ihrer Wirkſamkeit Funken, wo man ſie bisher noch nicht wahrgenommen hatte. In fig. 12. bedeutet a α die oberſte Zinkplatte der Säule, b β den Silberdrath, γ ein Tropfen Waſſer auf der Zinkplatte. Bey der Schließung der Kette mit β und γ erſchien ein großer, breiter, rother, ſengender Funken mit einem Geräuſch, als wenn man etwas ſehr Heißes in Waſſer ablöſcht. Ein krachender Schlag war es nicht, wie man ihn ſonſt wohl bey kleinen Funken ſchon hören kann, ſondern ein ſchnell auf einander folgendes unverſtändliches Ziſchen! Zugleich ſchäumt das Waſſer auf. Es ſchien alſo Waſſerſtoffgas zu verbrennen, und die rothe Flamme das Feuer deſſelben zu ſeyn. Daher komme es auch wohl, daß jenes Feuer nicht momentan ſey, ſondern einige Zeit, bald länger bald kürzer, fortdaure, und wahrſcheinlich gar nicht ſo bald auslöſchen würde, wenn man den Drath b β in das gehörige Verhältniß zum Waſſer zu ſetzen und ihn darin zu erhalten wüßte.

Simon d) in Berlin wiederholte mehrere von Ritter'n angeſtellte Verſuche. Unter andern vorzüglich den, aus welchen Ritter auf die Einfachheit des Waſſers ſchleß. Allein gegen dieſe Folgerung bemerkt Simon, daß, angenommen, Sauerſtoff und Waſſerſtoff ſeyen nicht Beſtandtheile des Waſſers, ſondern neue Produkte aus demſelben, dieß noch nicht zu dem Schluſſe berechtige, das Waſſer, als den einen Beſtands

d) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. VIII. S. 28 f.

ſtandtheil dieſer Produkte, als einfach anzunehmen. Allein dieß ſey auch nicht die einzige Anſicht, welche das Reſultat dieſer Verſuche darbiethe. Wir kennten mehrere Stoffe, die bey verſchiedenen Verhältniſſen ihrer Beſtandtheile unter ſehr abwechſelnden Modifikationen erſcheinen könnten. Dieſe ſeine Verſuche gaben ihm auch Veranlaſſung, eine eigene Einrichtung eines Galvanoſkops vorzuſchlagen, welche ſich auf die Vorausſetzung gründet, daß die Stärke der Wirkung der Säule im geraden Verhältniſſe der Räume ſtehe, welche die durch ſie in einerley Zeit entwickelten Gasarten annehmen. Simon ſcheint das Robertſonſche nicht gekannt zu haben. Seine Einrichtung iſt folgende: es wird eine Glasröhre unten mit einem Korke, in welchem ein Platina- oder Golddrath befeſtigt iſt, verſchloſſen, ſelbige bis zu einer gewiſſen Höhe mit reinem Waſſer angefüllt, und in ihre obere Mündung ein zweyter Platinadrath, nebſt einer krummen Röhre und daran befindlichen Kugel und Röhre, befeſtigt. Die Kugel wird zur Hälfte mit einer gefärbten Flüſſigkeit angefüllt, und die Röhre von ſo geringer Weite genommen, als es die deutliche Wahrnehmung der darein tretenden Flüſſigkeit verſtattet. Die krumme Röhre muß mit einem kleinen Tubulus verſehen ſeyn, der durch einen genau darein paſſenden Stöpſel luftdicht geſchloſſen werden kann, und wodurch man beym Oeffnen den Waſſerſtand in der Kugel und der Röhre immer zu einerley Höhe zurückbringt. Wenn alsdann das Inſtrument mit den Enden einer Voltaſchen Säule in Verbindung geſetzt wird, ſo treibt das ſich entbindende Gas die Flüſſigkeit in die Röhre hinauf. Ihr Stand zeigt alsdann an einer dazu beſtimmten Skale die Stärke der Wirkung in einer beſtimmten Zeit an.

Seyffert in Dresden führte ein ſolches von Simon vorgeſchlagenes Galvanoſkop aus, und fand es ungemein empfindlich. Indeſſen bemerkte er, daß auch dieſes Galvanometer nicht von allen Mängeln frey ſey. 1. Da die Gasarten, ſowohl ihrer Quantität als Qualität nach, differiren, je nachdem a) das zum Verſuche angewandte Waſſer mehr oder weniger rein, b) die Temperatur, in der wir expirementiren, mehr oder minder hoch, und c) die Spitzen der Entbindungsdräthe mehr oder weniger einander genähert ſind: ſo wird es nothwendig, daß wir jedesmal, welches wohl nicht ſo leicht ſeyn dürfte, die Entbindungsröhre mit demſelben reinen Waſſer füllen, die Temperatur genau beſtimmen, und die Dräthe einander bis auf gleiche Entfernung nähern, welches durch darauf bemerkte Grade wohl am beſten zu erreichen wäre. Aus dieſen und andern Gründen ſey es rathſam, ſich zweyer ſolcher Apparate ſtatt des einen zu bedienen, wovon der eine die Menge des entbundenen Sauerſtoffgas, der andere die des entwickelten Waſſerſtoffgas angäbe. 2. Der Veränderlichkeit der atmoſphäriſchen Luft und des durch ſie beförderten Drucks wegen ſey es nothwendig, daß die das entwickelte Gas aufnehmende Röhre frey davon ſey. Geſetzt dieß wäre der Fall in dem über die Flüſſigkeit befindlichen Theile, wie werde es in die andere Röhre geſchehen können? 3. Werde die Gradſkale deßwegen mangelhaft ſeyn, weil eine Kraſt, welche die Flüſſigkeit in der erſten Sekunde, z. B. bis auf 3 Grade, emportriebe, dieſelbe in der zweyten nicht bis auf 6 bringen würde, weil jetzt des durch die 3 Grade hohe Flüſſigkeitsſäule ausgeübten größern Drucks wegen eine ſchwerere Laſt zu heben, und hierzu eine größere Kraft erforderlich wäre?

Boeckmann wollte, wie bereits angeführt iſt, in der Nähe der Golddräthe einen Geruch nach Salpeterſäure wahrgenommen haben, und Pfaff nachher dieſe merkwürdige Bildung conſtant beobachtet haben. In drey Verſuchen, wo dieſer gekochtes Waſſer anwandte, wurde in der Hälfte des Waſſers auf der Oxygenſeite der Geruch von ſalpetriger Säure ſchon nach den erſten 6 Stunden ſehr merklich, und da er mit einer und derſelben Portion den Verſuch jedesmal mehrere Tage ununterbrochen fortſetzte, ſo wurde am Ende das ganze Zimmer davon erfüllt. Eine Prüfung dieſes Waſſers mit Reagentien zeigte ihm die deutlichſten Spuren der Salpeterſäure. Merkwürdig war es, daß bey Anwendung des bloßen deſtillirten Waſſers der reine Golddrath ebenfalls angegriffen, und in jenen Purpurkalk verwandelt wurde, welchen ſalpetrige Säure hervorbringt, ſo daß das Waſſer ganz violet davon gefärbt war. Bey Anwendung des ſalzſauren Kalks erhielt er durch das entſtehende Königswaſſer die ſchönſte Goldſolution. In der andern Hälfte des Gefäßes zeigten ſich bey Anwendung von deſtillirtem Waſſer deutliche Spuren von Alkali.

Simon verfolgte dieſen Gegenſtand noch weiter, und fand folgende merkwürde Reſultate:

1. Zwey Röhren, welche unten mit einem Streifen magern Rindfleiſches verbunden, und zugleich luftdicht verſchloſſen waren, wurden mit reinem deſtillirten Waſſer gefüllt, oben mit den gehörigen Korkſtöpſeln und Golddräthen verſehen, und darauf mit einer Säule von 50 Schichtungen in Verbindung geſtellt. Es ergab ſich

a. Gasentwickelung an beyden Dräthen, die jedoch auf der Zinkſeite, wenigſtens am Drathe, zuletzt

 ſehr

ſehr nachließ. Dagegen entwickelten ſich häufig Blaſen aus verſchiedenen Orten der Flüſſigkeit.

b. Das Waſſer auf der Zinkſeite hatte eine goldgelbe Farbe nach Verlauf von 48 Stunden angenommen.

c. Binnen 72 Stunden hatte die Zinkſeite 1,1 Cubikzoll Sauerſtoffgas, die Salpeterſeite 2,84 Cubikzoll Waſſerſtoffgas entwickelt.

d. Die gelbgefärbte Flüſſigkeit auf der Zinkſeite, über welche der Kork ſtark gelblich war, hatte einen unverkennbaren Geruch nach oxydirter Salzſäure. Sie röthete die Lakmustinktur ſtark. Mit kohlenſaurem Kali verſetzt brauſete ſie auf. Die neutraliſirte Flüſſigkeit wurde zur Trockniß abgedampft, beym Wiederauflöſen blieb Gold zurück, und die filtrirte Lauge gab regelmäßige Würfelkryſtallen, und am Rande der kleinen Schaale fanden ſich einige ſpießige Kryſtallen.

e. Die Kryſtalle kniſterten im Feuer; ihre Auflöſung ſchlug aus der ſalpeterſauren Silberauflöſung Hornſilber nieder, und ſie verhielten ſich in Allem wie ſalzſaures Kali. Auf der Zinkſeite war alſo Salzſäure erzeugt worden, oder wohl ein Gemiſch von dieſer und Salpeterſäure.

f. Die Flüſſigkeit in der Röhre der Silberſeite verbreitete beym Oeffnen einen deutlichen Geruch von Ammonium. Sie wurde mit Salzſäure geſättigt, und ſchoß nun zu reinem Salmiak an.

2. Von zwey Röhren, wie die vorigen zugerichtet, wurde die eine mit reinem Waſſer, die andere mit kohlenſaurem Kali gefüllt, und der Golddrath der erſtern mit der Silberſeite, der Golddrath der letztern mit der Zinkſeite der Säule in Verbindung geſetzt. Das Reſultat war dieſes:

a.

a. Gasentwickelung an beyden Dräthen, und Aufſchäumen in kohlenſaurem Kali.

b. Es entwickelten ſich zwiſchen 72 Stunden 2,1 Cubikzoll Waſſerſtoffgas von der Silberſeite, und 1,76 Cubikzoll Luft von der Zinkſeite. Dieſe letztere war über Queckſilber aufgenommen worden, und beſtand aus 76 Theilen kohlenſaurem Gas, und 100 Theilen Sauerſtoffgas.

c. Die Kalilauge fand ſich nicht allein vollkommen neutraliſirt, ſondern ſelbſt mit Säure überſättigt. Sie hatte eine goldgelbe Farbe angenommen und röthete die Lakmustinktur; auch der Kork dieſer Röhre war ſtark gebleicht worden. Die überſchüſſige Säure wurde mit kohlenſaurem Kali geſättigt. Es entſtand Aufbrauſen, welches durch Wärme befördert wurde; nach gehöriger Behandlung ſchied ſich das Gold, und die reine Lauge ſchoß nun zu würfligen Kryſtallen an, die ſich bey der Unterſuchung wie ſalzſaures Kali verhielten.

d. Die Flüſſigkeit der zweyten Röhre verhielt ſich wieder wie eine Auflöſung von Ammonium. Mit Salzſäure geſättigt ſchoß ſie zu Salmiak an.

3. Dieſer nämliche Verſuch wurde mit Silberdräthen wiederholt. Die Röhre blieb 72 Stunden lang mit der Säule von 50 Schichtungen in Verbindung, und es ergab ſich

a. im Anfange Gasentwickelung auf beyden Seiten, die jedoch auf der Zinkſeite in der Kalilauge bald aufhörte. Die Silberſeite lieferte 0,88 Cubikzoll Waſſerſtoffgas.

b. Das Kali hatte keine Aenderung erlitten.

c. Der Silberdrath im Kali war mit einer ſchwärzlichen, bröckligen Maſſe umgeben, die ſich als eine hohle Röhre von dem ſehr dünnen Ueberreſte des

Draths herunterſtreifen ließ. Schwach geglüht wurde ſie weiß, blieb aber bröcklig; vor dem Löthrohre ſchmolz ſie zu einem Silberkorne; mit Salpeterſäure behandelt lößte ſie ſich mit Aufbrauſen auf, und die entwickelte Luft trübte das Kalkwaſſer und wurde davon abſorbirt. Es ſchien alſo kohlenſaures Silberoxyd zu ſeyn.

d. Die Flüſſigkeit in der andern Röhre enthielt wieder Ammonium, jedoch in minderer Menge, als bey den vorigen Verſuchen.

Bey den folgenden Verſuchen ſuchte nun Simon die Berührung des Fleiſches mit dem Waſſer ganz zu vermeiden.

4. Er verſchloß die Röhren unten mit Kohlenſtöpſeln, die er mit Siegellack einkittete, und verſah ſie oben mit Golddräthen. Allein in einer Entfernung von $\frac{3}{4}$ Zoll waren die Wirkungen äußerſt ſchwach, und ſelbſt in einer Entfernung von $\frac{1}{8}$ Zoll ging die Gasentbindung ſehr langſam. Etwas beſſer ging es, wenn er die Kohlenſtöpſel nach innen zuſpitzte, aber in dieſem Falle entwickelten die Kohlenſtöpſel auch Gas, und er mußte es aufgeben, die Kohle bey dieſen Verſuchen anzuwenden.

5. Die Röhren wurden unten mit Korkſtöpſeln verſchloſſen, die er zuvor in kochendem Waſſer und unter der Glocke der Luftpumpe behandelt hatte, damit ſie recht vom Waſſer durchdrungen werden ſollten; aber mit eben ſo ungünſtigem Erfolge. Er konnte ſelbſt bey ſehr kleinen Entfernungen keinen Uebergang der Galvaniſchen Elektricität hervorbringen.

6. Auch der engliſche Graphit wurde zu Stöpſeln dieſer Röhre gebraucht. Allein auch dieſer war ohne glücklichen Erfolg.

7. Nun wollte Simon ſehen, was aus dem Waſſer werden würde, wenn es in einer doppelſchenklichten

lichten Röhre lange Zeit über galvaniſirt würde. Die Röhre, mit reinem deſtillirten Waſſer gefüllt und mit Golddräthen verſehen, blieb 8 Tage mit einer Säule von 50 Schichtungen verbunden. Es ergab ſich

a. lebhafte Gasentwickelung an beyden Röhren während der ganzen Dauer des Verſuchs.

b. Es hatten ſich in allem 2,94 Cubikzoll Sauerſtoffgas und 6,07 Cubikzoll Waſſerſtoffgas entwickelt.

c. Im Schenkel auf der Silberſeite hatte ſich Goldpurpur niedergeſchlagen, und das Waſſer in dieſem Schenkel änderte die Farbe des gerötheten Lakmuspapiers in blau, deutete daher auf eine Spur von Laugenſalz, das aber durch kein anderes Mittel zu erkennen war.

d. Das Waſſer im andern Schenkel ſchien unverändert. Wenigſtens ſauerhaltig war es nicht im geringſten.

Aus dieſen Verſuchen ſcheint Simon zu folgern, als habe die Gegenwart des Fleiſches viel zu der oben bemerkten Salzſäureerzeugung beygetragen. Auch hat Simon gefunden, daß, wenn man Fleiſchſcheiben zum Schichten der Säule ſtatt der naſſen Tuchſcheiben anwendet, aus dieſen, nach dem Gebrauch von einigen Tagen, ſich Salmiak auslaugen läßt; denn die Lauge von dieſen Scheiben ſchlägt aus der ſalpeterſauren Silberauflöſung Hornſilber nieder, und gibt, mit ätzendem Kali angerieben, einen ſtarken Geruch nach Ammonium.

Nach wiederholten Verſuchen über die Säure- und Alkalierzeugung wurde Simon in ſeiner Meinung immer mehr beſtätigt, daß die Art des Metalls ſehr viel zur Erzeugung und Nichterzeugung beyder beytrage. Beym wiederholten Galvaniſiren des rei-

nen Waſſers mit reinen Gold- und Silberdräthen hat er weder eine Spur von Säure noch von Laugenſalz entdecken können; daß man mit dieſen Dräthen Veränderungen in der Lakmustinktur erhalten habe, beweiſe nichts gegen ſeine Aeußerung; denn die Lakmustinktur ſey reines Waſſer mit vegetabiliſchen Theilen geſchwängert, und ſobald im reinen Waſſer nur eine Spur vegetabiliſcher oder animaliſcher Subſtanzen befindlich ſey, ſo ſey die Säureerzeugung unausbleiblich. Daß Silberdräthe ſie vorzüglich erzeugen, iſt Simon geneigt, einer vorbereitenden Verwandtſchaft zuzuſchreiben.

Merkwürdig iſt es, daß größere Platten einen ſehr großen Einfluß auf das Funkengeben haben. Simon errichtete eine Säule von Zink und Kupfer von 8 Zoll im Durchmeſſer. Nachdem 18 Schichtungen über einander lagen, und ein Eiſendrath, der am untern Kupferpol befeſtigt war, mit dem obern Zinkpole in Berührung gebracht wurde, ſo brach ein Funke in der Geſtalt einer Roſe von dicht aneinander liegenden Strahlen aus. Einige dieſer Strahlen erſtreckten ſich auf eine Weite von $1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{3}{4}$ Zoll, ſo daß die ganze Roſe einen Durchmeſſer von 3 bis $3\frac{1}{2}$ Zoll hatte. Dieſe großen Strahlen waren an einigen Stellen gegliedert, und trugen am Ende kleine Sterne. Alle Strahlen waren im rothen Feuer, und der Punkt, von welchem ſie ausgingen, war bläulich weiß, in der Größe eines Nadelknopfs. Dieſer hellglänzende Punkt ſchien der urſprüngliche Funken zu ſeyn, die rothen Strahlen aber ſtets von einer ſtärkern oder ſchwächern Verbrennung kleiner Eiſentheilchen herzurühren. Alle dieſe Funken zeigten ein äußerſt lebhaftes Licht, und waren am hellen Tage bis in ihre äußerſten

ſten Spitzen ſichtbar. Es war ganz gleich, ob man den Drath mit einem iſolirenden Handgriffe anfaßte, oder ihn in der freyen Hand hielt.

Das Ausbrechen der Funken war mit einem ſolchen Geräuſch begleitet, daß man es bis ins dritte Zimmer bey offenen Thüren hören konnte; es glich vollkommen dem Geräuſch, welches der elektriſche Funken beym Ausbrechen in einem engen offenen Glaſe hervorbringt.

Bey der Erſcheinung der großen Funken bemerkte man deutlich, daß das Ende des Draths in eine kleine Kugel zuſammengeſchmolzen war, welche aus ſchwach oxydirtem Eiſen beſtand.

Hierauf wurde nun die Veranſtaltung getroffen, dieſe Funken unter einer Glocke zu erzeugen, die oben mit einem beweglichen Metallſtabe verſehen war, und auf einem gläſernen matt geſchliffenen Teller ohne Waſſerbedeckung ſtand, ſo daß man dabey alle Feuchtigkeit vermied. Ein Zinkſtab, in der Mitte des Tellers, wurde mit dem unter dem Teller befindlichen Hahne, und dieſer, ſo wie der obere Metallſtab, mit den Enden der Säule in leitende Verbindung geſetzt. Ueberdieß war an dem obern Stab ein Eiſendrath ſo befeſtigt, daß er bey Umdrehung dieſes Stabes mit dem untern Zinkſtabe in Berührung kam, wobey ſich die Funken erzeugten. Ueber der mit Luft angefüllten Glocke erſchienen die Funken gerade ſo, wie in der freyen Luft. Nun wurde die Glocke ausgepumpt, bis der Elaſticitätsmeſſer nur noch auf 6 Linien ſtand. Jetzt erfolgten die Funken in viel größerer Schnelligkeit auf einander, allein die rothen Strahlen blieben gänzlich aus; ſie erſchienen in blauweißer Farbe, und

ſtark glänzend, auch waren ſie viel größer, als in der Luft.

Hierauf wurde ſo viel Luft in die Glocke gelaſſen, daß der Elaſticitätszeiger auf 1 Zoll ſtand. Die Funken verhielten ſich in Rückſicht des ſchnellen Aufeinanderfolgens, der Farbe und des Glanzes gerade ſo wie vorher, allein man ſah ſchon einzelne Strahlen von einem ſehr ſchwachen Lichte ausſchießen, die aber viel länger, als in der atmoſphäriſchen Luft waren. Sie erreichten nicht nur die Wände der Glocke, deren Halbmeſſer 2 Zoll betrug, ſondern prallten von dieſen über 1 Zoll zurück, und einige, die ihre Richtung nach der Höhe nahmen, erreichten das obere Gewölbe der Glocke bey einer Länge von $3\frac{1}{2}$ bis 4 Zoll. Es wurde ſo viel Luft hinzugelaſſen, daß der Elektricitätsmeſſer $1\frac{1}{2}$ Zoll hoch ſtand; die Funken erſchienen in mehreren Abänderungen einer Roſe. Wurde auf ſolche Art nach und nach immer mehr Luft in die Glocke gelaſſen, ſo nahm auch die Länge der rothen Strahlen ab, aber das Licht derſelben ward lebhafter. Dieſe Erſcheinung ſchien ſeine Muthmaßung zu beſtätigen, daß die rothen Strahlen bloß vom Verbrennen ausgeriſſener Eiſentheilchen herrührten, welche in ſehr verdünnter Luft aus Mangel an Sauerſtoff ſich nicht entzünden können, in weniger verdünnter aber, worin viel Sauerſtoff enthalten iſt, eine ſchwache Verbrennung erleiden, und weniger Widerſtand, als in der freyen Luft finden; daher ſie größere Entfernungen erreichen.

Hiernächſt ſtellte Simon Verſuche über das Verbrennen der Metalle in atmoſphäriſcher Luft an, deren Reſultate folgende ſind: Gold wurde in einen rothbraunen Dampf zerſtreut, die Farbe des Lichts war gelblich weiß; das Silber verflog mit unglaubli-

cher

cher Schnelligkeit in grauen Dampf; das Zinn ſchmolz und verbrannte mit kniſterndem Geräuſch, indem es feuerrothe Strahlen von 6 Zoll Länge und darüber nach mehreren Richtungen ausſprühte, die einen blauen Dampf zurück ließen. In der Mitte dieſer Strahlen erſchien jedesmal ein ſchöner hellblauer Stern. Bleydrath ſchmolz bey der Berührung des Zinkſtabes und verbrannte mit einer violetten Schwefelflamme, und ſprühte rothe Funken umher, obgleich in viel geringegerer Menge, weniger lebhaft und kleiner, als der Zinnſtreifen. Kupferdrath gab einen bläulich weißen Funken, nicht ſo groß wie bey den vorigen Verſuchen, und es erſchienen nur ſehr wenige, feinere und kürzere rothe Strahlen von ſchwachem Lichte. Beym Zink entſtand nur ein einfacher Funken von bläulich weißer Farbe, in der Größe eines Stricknadelknopfs. Die Funken und das Verbrennen des Spießglanzes hatten viel Aehnlichkeit mit denen vom Zinn. Beym Wißmuth kamen die Funken in Rückſicht der Strahlen und Farbe mit denen des Bleyes überein. Beym Arſenik waren die Funken bläulich weiß, und es entwickelte ſich ein ſtarker weißer Dampf. Bey allen dieſen Verſuchen wurde der untere Zinkſtab ganz ſchwarz und jeder Funken hinterließ einen ſchwarzen Fleck. Bey manchen Metallen war die Verbrennung im Sauerſtoffgas noch weit lebhafter, als in der atmoſphäriſchen Luft.

Um das quantitative Verhältniß der Gasarten zu beſtimmen, machte Simon ſehr ſcharfſinnige Verſuche. Er füllte eine Röhre mit reinem ſo eben ausgekochten Waſſer, verband ſie durch einen Platinadrath mit dem einen Ende der Säule; das andere Ende der Röhre wurde mit einem Korke verſchloſſen, durch welchen ein mit dem andern Ende der Säule verbundener

Plati-

Platinadrath und eine Thermometerröhre als Entbindungsröhre ging, welche deßhalb ſo dünne genommen wurde, damit kein Waſſer verdunſten ſollte, wie denn dieſes auch nur bis auf 2 Linien unter dem Korke und der Oeffnung der Entbindungsröhre ſtand; gleichwohl hatte ſehr wahrſcheinlich die Luft Waſſer mit ſich geführt. Um dieß zu vermeiden, führte er die Entbindungsröhre in eine andere Röhre, welche unten mit Queckſilber gefüllt war, und kittete jene in dieſe durch Siegellack luftdicht ein; der übrige Theil der Röhre, etwa $\frac{3}{4}$ ihrer Länge, war zur Einſaugung des Waſſers mit trocknem gepulverten ſalzſauren Kali gefüllt. Aus derſelben ging eine andere Entbindungsröhre in einen gläſernen mit Queckſilber gefüllten Kolben, und aus dieſem eine Kette in ein Gefäß, welches mit Queckſilber, und, ohne das Queckſilber auskochen zu dürfen, darüber mit friſch ausgekochtem Waſſer angefüllt war, unter eine kalibrirte Glocke. Nun wurde der Apparat und ſeine Gewichtszunahme von Zeit zu Zeit gewogen; in 72 Tagen hatte er 4,6 franzöſiſche Grän verloren. Die Menge des Gas betrug, nach der von Lavoiſier angegebenen Formel, am Gewichte 4,61 Grän, und war, wie die Verbrennung zeigte, ein ſehr reines Gemiſch von Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas. Dieſes 0,01 Grän war aber ſo unbedeutend, daß man wohl annehmen konnte, die Gewichtsabnahme des Waſſers ſey dem Gewichte der erzeugten Gasarten gleich.

Von Arnim hat zu gleicher Zeit mit Bockmann bemerkt, daß, wenn man die Pole nach Art der Engländer beſtimme, nämlich vom Silberpole an, Silber, Zink, Flüſſigkeit, Silber, Zink, Flüſſigkeit u. ſ., ſo werde die chemiſche Wirkung gar nicht verändert,

dert, wenn man 1 mit 5, oder mit 4, oder 2 mit 4, oder mit 5 verbinde. Es finde daher zwiſchen den ſich berührenden Metallplatten gar kein Gegengeſetz ſtatt, ſondern nur zwiſchen den durch Flüſſigkeit getrennten. Auch Volta ſah bey zwey durch ein feuchtes Kartenblatt getrennten Metallen das oxydirbarere negativ, das andere poſitiv werden. Von Arnim ſchließt hieraus, der Carlisleſche Silberpol ſey der wahre Zinkpol und umgekehrt. Dieß erhelle beſonders daraus, daß die Flüſſigkeit mit Silber und Zink in Berührung ſeyn müſſe, da dieſe unter einander durch andere Metalle getrennt ſeyn könnten, wie ſchon Volta bemerkt habe. Der wahre Zinkpol ſey hier im Zuſtande von — E und gasgebender Pol, der wahre Silberpol im Zuſtande von + E und Oxygenpol, oder oxydirender Pol. Daſſelbe bemerkten auch zu gleicher Zeit Erman und Gruner.

Gilbert hatte gleich Anfangs ſeine Säule ſo zuſammengeſetzt: Zink, Flüſſigkeit, Silber, Zink, Flüſſigkeit, Silber u. ſ., daher rührte auch die ſonſt auffallende Erſcheinung, daß ſein Zinkpol gasgebend war. Von Arnim ſtützt ſich beſonders auf das bekannte bey der Elektricität angegebene Geſetz: daß der Körper, deſſen Wärmecapacität im Verhältniſſe gegen einen andern ſich vermehre, negativ, der andere poſitiv werde. Da nun nach Crawford die Wärmecapacitäten der Gasarten angegeben ſind, ſo hat von Arnim die Waſſerſtoffentwickelung als Zeichen der negativen, die Sauerſtoffentbindung als Zeichen der poſitiven Elektricität angeſehen, und gibt folgende Tafel an, welche durch Verſuche für die Voltaſche Säule als richtig angenommen worden iſt;

Säule

Säule	Gold, Silber, Kupfer, Zinn, Queckſilber	+
	Eiſen,	−
Säule	Gold, Silber, Kupfer, Queckſilber	+
	Bley,	−
Säule	Gold, Silber, Queckſilber	+
	Kupfer,	−
Säule	Silber, Wismuth, Eiſen	+
	Zink,	−

Nach der Carlisleſchen Aufbauung würde es ſich gerade umgekehrt verhalten. Daraus folgt, das Volta's Säule ſo viele Ketten enthalte, als Schichtungen zugegen ſind, und daß zu einer Schichtung zwey Metallſcheiben mit einem dazwiſchen befindlichen Leiter gehören. Wenn trockne Metalle aneinander gelegt werden, ſo verhält es ſich, wie ſchon Volta bemerkte, ganz anders. Hier wird die Elektricität gerade da, wo ſie ſich bildet, ausgetrieben, und jede frühere Kette verſtärkt die Ladung der folgenden bis zum Pole, wo ſie ſich ſammelt und entladet. Es iſt alſo bey der Verbindung mit einem feuchten Leiter eher continuirlich ſich bildende Elektricität. Ueberhaupt ſchließt von Arnim: die einfachſten Galvaniſchen Erſcheinungen nicht nur, ſondern auch die durch die Zuſammenſetzung der Säule hervorgebrachten, gehören zu ſolchen, welche elektriſch genannt werden, und eine Theorie der galvaniſchen und elektriſchen Erſcheinungen werde dadurch begründet werden können, daß man ſie beyde gemeinſchaftlich genügend erkläre.

Von Arnim theilt die Leiter in Leiter der erſten und Leiter der zweyten Art ein. Alle Leiter der zweyten Art ſind nach ihm um ſo ſchlechtere Leiter, je mehr Anziehung ſie zum Sauerſtoffe haben und je weniger ſie davon enthalten. Oele, Weingeiſt, Naphtha ſind

die ſchlechtern, Waſſer ein beſſerer, Säuren die beſten Leiter dieſer Art. Verglich man ihre Leitungsfähigkeit mit der der Elektricität, ſo verhielt ſie ſich ganz eben ſo, nicht nur für die Gasarten, ſondern auch für Oele und Säuren.

Ganz entgegengeſetzt bewieſen ſich ihm aber die Leiter der erſten Klaſſe in ihrer Folge auf einander. Zu dieſer Unterſuchung ließ er ſich aus allen Metallen krumm gebogene Stücke von 1 Linie im Durchmeſſer gießen, und verband damit das Waſſer in zwey Gläſern, in welchen die Platinadräthe hiengen. Bey allen erfolgte die vierfache Gasentwickelung. Er hatte bemerkt, daß bey ſtarker Wirkung der Säule durch mehrere ſolche Verbindungen zugleich die Gasentwickelung erfolgen müſſe. Sogar durch mehrere Reihen von Gläſern, einerley, ob die Drathverbindungen von einer Art oder verſchieden ſind, laſſe ſich die Gasentwickelung, wenn gleich durch jede Verdoppelung geſchwächt, doch ununterbrochen fortſetzen. Sey hingegen die Wirkung ſchwächer, ſo erfolge ſie nur durch den ſtärkern Leiter. Völlig beſtimmt erwieß ſich hier folgende Reihe, mit Ausnahme des Queckſilbers und der Verbindung des Zinks und Braunſteins. Jenes ſchien in manchen Combinationen ſtärker, in manchen ſchwächer zu ſeyn, als nach dem ihm hier gegebenen Platze. Der Braunſtein konnte nur durch Aneinanderlegen zweyer Stücke geprüft werden. Uebrigens hat er alle Combinationen geprüft. In der folgenden Reihe fängt er mit dem ſchwächſten Leiter an, und endigt mit dem ſtärkſten: Gold, Silber, Queckſilber, Kupfer, Meſſing, Zinn, Bley, Eiſen, Magnet, Braunſtein und Zink. Betrachtete er dieſe Reihe genauer, ſo ſchien ſie ihm mit dem Sauerſtoffe völlig über-

übereinſtimmend. Daraus folgert er das Geſetz: daß die Leitungsfähigkeit der Leiter erſter Klaſſe im geraden Verhältniſſe, dagegen die Leitungsfähigkeit der zweyten Klaſſe im verkehrten Verhältniſſe ihrer Anziehung zum Sauerſtoffe ſtehe.

Von Arnim wiederholte auch Ritter's Verſuche mit Schwefelſäure und Waſſer, wobey er eine Bildung von Salpeterſäure bemerkt haben wollte. Selbſt in der Schwefelſäure wollte er ſie wahrgenommen haben. Um die Luft abzuhalten, hatte er das Waſſer mit Oel übergoſſen. Die Schwefelſäure war in der Gegend des Golddraths goldgelb; bey einer geringen Wärme verſchwand die Farbe, und der Luftraum über der Säure wurde röthlich. In dem Schwefel vermuthete von Arnim Stickſtoff; denn als er einſt Zucker und Schwefel zuſammenſchmolz, erhielt er ein Gas, welches nur zum Theil vom Kalkwaſſer abſorbirt wurde, während der andere Theil alle Zeichen des Stickſtoffgas beſaß. Nachdem von Arnim ſtatt der Schwefelſäure rauchende Salpeterſäure mit darüber ſtehendem Waſſer nahm, entband ſich das Gas nur in dem Waſſer an der Spitze des Draths mit Blaſenwerfen in der Säule, auf der andern Seite geſchah die Entbindung ruhig. Dieſes Gas war Stickgas, ſo wie jenes Sauerſtoffgas. Von Arnim ſchließt daraus: getrennte tropfbar flüſſige Stoffe wirken in der Säule auf eine ähnliche Art, wie nach Aſh und Fabroni in den Berührungsverſuchen und nach Ritter in den Kettenverſuchen; ferner: daß zwey einander nothwendig correſpondirende chemiſche Prozeſſe nicht nothwendig neben einander vorgehen müßten, ſondern daß es vielmehr Leiter der Materie, wenigſtens, der gasförmigen Sauerſtoffleiter,

leiter, Waſſerſtoffleiter u. dergl. mehr gebe, und daß daher Ritter's und Davy's Verſuche durchaus nichts für die Einfachheit des Waſſers bewieſen. Was die Lichtverſuche betrifft, ſo glaubt von Arnim, daß dadurch dieß Geſetz beſtätigt werde: daß Leiter in der Lichtkette Nichtleiter in der elektriſchen Kette ſind und umgekehrt, und daß nur Oxydationen mit Lichtentbindung ohne Elektricitätsbildung geſchehen. Er folgerte aus dieſen und andern Sätzen, daß es ein allgemeines Geſetz ſeyn müſſe, daß alle elektriſche Entgegenſetzung ſich nur in Lichtentwickelung aufhebe, oder die Körper, wodurch ſie wirkt, zerſetze durch Desoxydation und Lichtentbindung oder Elektricitätsentwickelung, und daß ſie nur durch Feuchtigkeiten geleitet werde und wirke, in ſo fern dieſe ſauerſtoffhaltig, alſo der Lichtentwickelung fähig ſind, woher denn auch das Geſetz für flüſſige Leiter und Halbleiter folge, daß ſie ſauerſtoffhaltig ſeyn müßten. Auch brachte von Arnim verſchiedene thieriſche und vegetabiliſche Subſtanzen mit der Säule in Verbindung. So wurden gewöhnlicher rother franzöſiſcher Wein und Bier in 2 Minuten völlig geſäuert, und Pflanzenſchleim ging bald nach einander erſt in eine weinige, dann in die faule Gährung über. Nach ſeinen Beobachtungen faulte ferner Blut dadurch ſehr ſchnell, und der Harnſtoff des Urins, welcher ſich als eine weiße Maſſe an den Hydrogen-Golddrath anlegte, roch ſchon nach 2 Stunden ſo unangenehm, wie ſonſt, bey demſelben Grade der Wärme, erſt nach Wochen. Eyweiß, und noch ſchneller Eydotter, nahmen bald einen unangenehmen Geruch an. Die Erſcheinungen, welche die Stoffe hierbey darbothen, waren mannichfaltig. Das Eyweiß verwandelte ſich an der Hydrogenſeite in eine weiße, ſchaumige, undurchſichtige Maſſe, an der Oxy-

 genſeite

genſeite legte es ſich nur in einer etwas dichtern, aber völlig durchſichtigen Maſſe an. Das Eydotter legte ſich an beyde Dräthe an; es wurde an der Oxygenſeite etwas dunkeler gelb, an der Hydrogenſeite etwas weißer, und die Gasentwickelung war ſehr gering. Saamenfeuchtigkeit verhielt ſich ganz wie Eydotter, nur griff ſie durch die deutlich darin gebildete oxydirte Salzſäure das Gold an. Zuckerauflöſung färbte ſich nicht goldgelb, ungeachtet an dem Oxygenpole ſehr viel oxydirte Salzſäure ſich gebildet hatte. Muskelfaſer verdarb ſehr ſchnell.

Gegen die von v. Arnim vertheidigte Namenänderung der Pole machte Ritter verſchiedene Bemerkungen. Dieſer ging von einzelnen Ketten aus: hier oxydirt ſich das oxydirbare Metall ſtärker und das andere ſchwächer als gewöhnlich, letzteres wird vielmehr reducirt. Dieß ſchrieb Ritter dem frey werdenden Waſſerſtoffe zu. In der einfachen Kette iſt daher die Zinkſeite die Sauerſtoffſeite, und die Silberſeite die Waſſerſtoffſeite. Ritter betrachtet nun die Säule als das Vielfache einer Kette, geht von innen heraus, betrachtet zuerſt eine doppelte Kette, und frägt: wo iſt hier die Zinkſeite? Man trenne die Kette (fig. 13.) aa, und ſtelle ſie als Säule, ſo erhält man folgende Conſtruktion: Z, W, S, Z, W, S; trennt man dagegen die Kette in bb, ſo bekommt man dieſe Conſtruktion W, S, Z, W, S, Z, *W*, und da *W* = *W*: S, Z, W, S, Z; in beyden Fällen fällt Z mit der Sauerſtoffſeite, S mit der Waſſerſtoffſeite zuſammen. Gleichwohl verhält es ſich bey der Waſſerſetzung einer ſo conſtruirten Säule ganz anders; die Sauerſtoffſeite gibt Waſſerſtoff, die Waſſerſtoffſeite Sauerſtoff, wenn die Säule nach der erſten Art

conſtruirt

conſtruirt iſt; iſt ſie dagegen nach der zweyten Art conſtruirt, ſo verhält es ſich umgekehrt. Gleichwohl iſt dieſer anſcheinende Widerſpruch leicht zu heben; es ſey nämlich W das Waſſer in der geſchloſſenen Röhre, D die Verbindungsdrähte, W die Feuchtigkeit der Batterie, ſo hat man W, D, Z, W, S, Z, W, S, D, W, nun iſt Z, W, S, Z, W, S = W, S, Z, W, S, Z, W, wenn die erſte Art in die zweyte umgeändert wird, und es iſt im Grunde dieſelbe Conſtruktion. Nun ſchließt Ritter aus fortgeſetzten Rechnungen, daß die Endungen der Galvaniſchen Säule ſich auf verſchiedene Art ändern können, ihre Pole aber dieſelben bleiben, und daß die Namen der Endglieder nicht ſollten gebraucht werden, um dadurch die chemiſchen Pole anzudeuten. Ritter verlangt mit Recht, daß man nicht aus den Augen laſſen müſſe, daß die Säule als Säule eigentlich durchaus nicht wirkſam ſey, ſondern nur im geſchloſſenen Zuſtande, als Kette. Tromsdorff bemerkt hierbey, daß, wenn man doch einmal von Polen der Säule reden wolle, es ihm dünke, daß man: die v. Arnimſche Conſtruktion, oder noch beſſer, um beyden Theilen ſogleich verſtändlich zu ſeyn: die Waſſerſtoffſeite und die Sauerſtoffſeite, der gasgebende und der oxydirende Pol ſage; denn von Arnim's Behauptung ſcheint ihm nur von der äußern Säule hergenommen, nicht durch eine wiſſchaftliche Conſtruktion begründet zu ſeyn, was er von der Ritterſchen glaube, wovon er aber erſt durch Volta ſey überzeugt worden. Ritter leitet den von v. Arnim angeführten Verſuch von Volta aus dem Zuſammentreffen des Meſſings und Silbers her, nicht aber aus dem des Silbers oder Zinns mit der feuchten Pappe M, S, W, Z, M; hier, behauptet er, wirke die feuchte Pappe nur ſekundär. Vermöge gewiſſer

Verſuche und Beſtimmungen von Volta glaubt er ſich zu ſchließen berechtigt: daß feſte Körper mit feſten weit ſtärkere Elektricitäten als mit feuchten geben, und daß beyde bey der Dauer des Conflikts gleich leitend bleiben.

Um Ritter's Grundſätze durch die Erfahrung zu prüfen, bauete Gilbert in Halle eine Säule von vier Lagen, aus Gold, Salmiakauflöſung und Zink, und fand Ritter's Schlüſſe beſtätigt.

Dagegen wendete v. Arnim ein, daß er von dem äußern ausgegangen, und nicht, wie Ritter, von dem innern, und in ſo fern könne man freylich ſagen, der Zinkpol ſey gasgebend, der Silberpol ſey oxydirend, da die obern Zinkplatten oder Silberplatten noch über die letzte ſehr unnöthig und überflüſſig ſeyen. Die Erklärung des Voltaſchen Verſuchs: Einwirkung auf zwey feſte Leiter durch einen flüſſigen, werde aber erſt dann unrichtig, wenn gezeigt würde, daß hier der flüſſige Leiter durchaus nichts thue und daher ganz ohne Aenderung des Erfolgs weggenommen werden könne.

Tromsdorff'en ſcheint es, als ob beyde Recht hätten. Es ſey dieß gleichſam eine phyſiſche Antinomie; denn ſehe man nur auf die Säule und das Ende derſelben, ſo ſey es ſehr natürlich, daß zwey Platten an einem Ende überflüſſig (die es nach Volta aber nicht ſind), und die oberſte derſelben nur als Leiter zu wirken ſcheine, und daß man ſage, das Zinkende oder der Zinkpol der Säule ſey gasgebend, das Silberende aber oder der Silberpol ſey oxydirend. Sehe man aber auf die innere Beſtimmung, ſo müßte es heißen: die Zinkſeite ſey oxydirend, die Silberſeite gasgebend; und

der Zinkſeite entſpräche dann das Silberende und der Silberſeite das Zinkende der v. Arnimſchen Conſtruktion. Am beſten würde man aber thun, wenn man ſich der Wörter gasgebend und oxydirend, oder noch beſſer poſitiv und negativ dafür bediente. Ueberdieß ſey es gut, darauf zu achten, wie ſich Säulen von einer ungeraden, und von einer geraden Anzahl Schichtungen verhielten. — Bis jetzt ſey gewöhnlich die zweyte Art gebraucht.

Um die bereits bekannte Anziehung der Galvaniſchen Materie durch Volta's Säule recht anſchaulich zu machen, erfand Gerboin *) zu Straßburg eine eigene Vorrichtung. Man nimmt nämlich eine weite doppelſchenklichte Glasröhre von 6 bis 9 Linien Durchmeſſer, füllt ſie bis auf eine gewiſſe Höhe mit recht reinem Queckſilber, gießt darüber in beyde Schenkel Waſſer, und verſchließt ſie mit Korkſtöpſel, durch welche Golddräthe ſo locker gehen, daß ſie ſich tiefer in das Waſſer bis zum Queckſilber herabſchieben laſſen. Die Korkſtöpſel müſſen überdieß ausgehöhlt ſeyn, damit man, ohne ſie herauszunehmen, in das Innere der Röhre kommen kann. Man ſtellt die ſo zubereitete Röhre ſenkrecht und ſetzt die Dräthe mit den Enden einer Voltaſchen Säule in leitende Verbindung.

Als die Golddräthe etwa 1 Zoll tief in das Waſſer hineinreichten, ſtieg, ſobald ſie mit der Säule verbunden wurden, von der Nadel des Silberpols Hydrogengas in Strömen auf, während die ihr gegenüberſtehende Queckſilberfläche ſich ſchnell mit einer Lage Oxyd überzog, das anfänglich grau, nachher ſchwarz

*) Annales de chimie. Tom. XLI. p. 196.

ſchwarz von Farbe war. Die Queckſilberfläche im andern Schenkel behielt ihren Metallglanz, und es ſtieg von ihr von Zeit zu Zeit Waſſerſtoffgas auf, während die gegenüberſtehende Goldnadel des Zinkpols Sauerſtoffgas entband.

Ließ man nun auf das Queckſilber in dem letztern Schenkel, wo es ſich nicht oxydirte, leichte und dünne Körper fallen, z. B. Sägeſpäne von Fernambuck, Glimmerblättchen, Blättchen ſchwarzes Queckſilberoxyd, oder Eiſenvitriol, Siegellackpulver u. ſ. f., ſo ſahe man dieſe zwiſchen dem Queckſilber und der Goldnadel auf und abtanzen, wobey ſie ſich häufig umdrehten. Dieſe Bewegung war nach der Verſchiedenheit der Umſtände ſtärker oder ſchwächer, und die Körperchen ſtiegen manchmal nur 1 Linie, andere Male, beſonders im Umfange, wohl 1 Zoll hoch.

Im andern Schenkel der Röhre kamen leichte Körper, auch wenn das Queckſilber noch nicht oxydirt war, in keine Art von Bewegung; ſobald man aber die Röhre umkehrte und ſie mit dem Zinkpole verband, geriethen auch ſie in Tanz, die Körperchen der erſten Röhre dagegen in Ruhe.

Alle Körperchen, welche ſich in dem einen Schenkel bewegten, nahmen zugleich in der Röhre einen beſtimmten Stand an, der von der Lage der Röhre abhieng. Stand die Röhre vollkommen ſenkrecht, ſo hielten ſie ſich an den Wänden, und bildeten, indem ſie ſich bewegten, eine kreisförmige Zone oder Bande. War die Röhre etwas rückwärts oder ſeitwärts geneigt, ſo ſammelten ſie ſich an der entgegengeſetzten Seite an, und bildeten eine Art von Wirbel, der ſich mitten im Waſſer um ſeine Achſe drehte.

Bey

Bey jeder Verrückung der Nadelſpitze veränderte ſich die Bewegung der kleinen Körper, ſo wie die Geſtalt und Lage des Wirbels. Zog man die Nadel ganz aus dem Waſſer, ſo hörte die Bewegung plötzlich auf, und die Körperchen fielen auf die Oberfläche des Queckſilbers zurück. Schob man die Nadel wieder hinein, ſo fing auch im Augenblicke, wo ſie die Oberfläche des Waſſers berührte, die Bewegung wieder an. Näherte man die Spitze dem Wirbel bis auf eine gewiſſe Entfernung, ſo bildete ſich in dieſem eine halbkugelförmige Vertiefung, wie durch eine Art von Repulſion der nächſten Körper in der Spitze bewirkt, und der Wirbel nahm eine mehr abgeplattete Geſtalt an, ohne ſeine Bewegung zu unterbrechen. So wie man die Nadel tiefer hineinbrachte, entfernten ſich die Körperchen immer mehr von ihr, und ſchienen ſie zu fliehen. Verfolgte man ſie mit der Nadel, ſo konnte man ſie längs der Wände im Kreiſe herumtreiben. Kam endlich die Nadelſpitze mit der Queckſilberfläche in Berührung, ſo bewegten ſich alle Körper ſogleich nach dem Bewegungspunkte hin, und hiengen ſich an die Nadel. In dem Augenblick, da dieſe das Queckſilber verließ, flogen alle Körperchen den Wänden zu, und nahmen die vorige Bewegung wieder an.

War die Säule durch die beyden Golddräthe, das Waſſer und das Queckſilber in der Röhre geſchloſſen, und brachte man einen andern Drath mit Vorſicht in den Schenkel der Röhre, die mit dem Zinkpole verbunden war; ſo zeigte dieſer Drath, ungeachtet er nicht in der Kette war, Spuren einer Oxydation und eine Art von Repulſion gegen die Körperchen, deren Bewegung er modificirte. In dem Augenblick, wenn er die Queckſilberfläche berührte, hörte

 die

die Bewegung derſelben völlig auf. In den andern Schenkel der Röhre gebracht entband er etwas Waſſerſtoffgas, äußerte aber keine Wirkung auf kleine Körper.

Auch der Prof. Paul Erman zu Berlin ſtellte mannichfaltige Verſuche, die Elektricität der Säule betreffend, an. In ſeiner Conſtruktion folgte er von Arnim's Vorſtellungen. Um nun den Verſuch rein anzuſtellen, entdeckte er vorher ſtets durch Berührung beyder Pole mit einem verbindenden Leiter und ganz gleichzeitigem Abnehmen deſſelben dieſe Pole. Sein elektroſkopiſches Inſtrument war ein allgemeiner Auslader von Henley, zwiſchen deſſen iſolirten Dräthen, deren Kugeln abgenommen waren, eine Elektrometerkugel frey an einem Faden hieng. Die Dräthe konnten mit der Batterie in Verbindung gebracht werden. Wenn die Elektrometerkugel vor einem der Dräthe der Säule hieng, ſo wurde ſie, aber nur in einer Entfernung von 2 Linien, angezogen, wenn der entgegengeſetzte Pol nicht ableitend gemacht wurde; denn in dieſem Falle ward die Anziehung beſchleunigt, und der Drath wirkte auf 4 bis 5 Linien. Hieng die Kugel zwiſchen beyden Dräthen, ſo näherte ſie ſich allemal dem Drathe, deſſen entgegengeſetzter Pol ableitend berührt ward; war keine Ableitung vorhanden, ſo hieng ſie faſt indifferent dazwiſchen, bis ſie ſich endlich zu dem poſitiven Drathe begab. Hieng ſie an einem iſolirenden Faden, ſo ward ſie nach dem Anziehen gleich wieder abgeſtoßen, ging zu einem nahe dabey gebrachten Leiter, dann wieder zurück, und wie ein Pendel wechſelſeitig hin und her; hieng ſie aber an einem ableitenden Faden, ſo blieb ſie mit den Dräthen ſo lange in Berührung, bis man denſelben durch Ableitung

oder

oder Schließung entladete. Eine zwiſchen beyde Dräthe gebrachte iſolirte Kugel verhielt ſich eben ſo, als wenn ſie dem Einfluß der äußern Fläche und der innern einer geladenen Flaſche ausgeſetzt geweſen wäre. War die Säule nicht hinreichend iſolirt, z. B. wenn man nur den trocknen überfirnißten Boden berührte, ſo war es eben ſo, als wenn man an dieſer Seite eine Ableitung gebracht hätte; alsdann wirkte der eine Pol gar nicht, und die Wirkung des andern ward verſtärkt.

Nun nahm Erman ein großes Sauſſüreſches Elektrometer mit Fäden von $3\frac{1}{2}$ Zoll Länge, welche dem metallenen Boden nahe hiengen. Kleine Elektrometer wirkten faſt gar nicht, wann dieſes große eine Divergenz von 3 bis 4 Linien gab. Mit dem poſitiven Drathe in Berührung gebracht zeigte es eine Divergenz bis zu $1\frac{1}{2}$ – 2 Linien. Wenn während dieſer Zeit der negative Pol berührt wurde, ſo ſtieg ſie zu 4 bis 6 Linien, und blieb darin Stundenlang, ja Tagelang, wenn der negative Pol mit dem Boden verbunden blieb. Hieraus ergab ſich, daß kein elektriſches Fluidum in der ungeſchloſſenen Säule gebildet wurde. War der negative Pol mit dem Boden in Verbindung, und wurde der poſitive Pol durch einen ſchlechten Leiter z. B. durch die trockne Hand, berührt, ſo verminderte ſich die Divergenz, doch fielen die Kugeln nicht ganz zuſammen. Wenn die Hand feucht geweſen wäre, ſo würden ſie es ganz gethan haben. Auch ſtellte ſich alsdann die Divergenz ganz wieder ein, ſobald die Berührung des poſitiven Draths aufhörte. War aber der negative Drath iſolirt, ſo hob die geringſte Berührung des poſitiven alle Divergenz auf, welche auch nur nach aufgehobener Berührung nach und nach wieder erſchien. Wurde die Kette durch vollkommne,

nicht unterbrochene Leiter geſchloſſen, ſo hörte jederzeit die Divergenz auf; war aber der metalliſche Leiter nur örtlich etwas oxydirt, ſo kam es darauf an, ob der den Pol berührende Punkt oxydirt ſey oder nicht, um Einwirkung auf das Elektrometer zu zeigen. Das Elektrometer ging, wenn die Verbindung durch einen ſolchen Leiter geſchloſſen wurde und man nun damit ſanft an dem einem Pole hin und her ſtrich, in einem Augenblicke von Null bis zum Maximum der Divergenz und wieder zurück bis Null in ſchwingender Bewegung. War das verbindende Metall durch Waſſer unterbrochen, und waren die beyden Dräthe in einer Waſſerröhre höchſtens bis zu 6 Zoll von einander entfernt, ſo war nur mit Hülfe des Condenſators einige Divergenz wahrzunehmen, ſonſt nicht. Bey einer Entfernung der Dräthe von einander von 16 bis 18 Zoll war die Divergenz ſchon merklich, und ſie wuchs mit zunehmender Entfernung ſo, daß ſie bey 5 Fuß faſt ſo ſtark war, als in ungeſchloſſener Säule, und bey einer noch größern Entfernung dieſer endlich ganz gleich kam. Je geringer die Leitungsfähigkeit einer in der Kettenverbindung befindlichen Subſtanz war, deſto weniger nahm die Divergenz des Elektrometers ab. Machte man die Schließung durch eine angefeuchtete hanfene Schnur, ſo vertheilte ſich die Elektricität; der eine Theil der Schnur, welcher dem negativen Pole am nächſten lag, nahm negative, der andere poſitive Elektricität an. War nun einer der Pole mit dem Elektrometer verbunden, und berührte man den dem Pole nahe liegenden Theil der Schnur, ſo ward der Pol entladen, und berührte man den andern Theil, ſo ward er geladen, gleich als wenn man den entgegengeſetzten Pol ſelbſt, womit jener Theil zuſammenhieng, berührte. Eben ſo verhielt ſich ſalpeterſaures

res Silber. Erman ſtellte aus ſeinen Verſuchen folgende Sätze auf:

1. Das Waſſer iſt ein ſchlechter Leiter der Elektricität im Galvaniſchen Apparate; je reiner, deſto geringer iſt die Leitung deſſelben, und mit dieſem Leitungsvermögen ſteht die Intenſität der chemiſchen Wirkung im geraden Verhältniſſe. Das Waſſer leitet an und für ſich die an einem Pole der Säule frey gewordene Elektricität vollkommen, ſo daß, wenn man bloß dieſen Pol mit dem einen Drathe eines Gasapparats in Verbindung geſetzt, dieſer Pol ſich durch Berührung des andern aus der Röhre hervorragenden freyſtehenden Draths völlig entladen läßt. Sobald aber beyde Dräthe des Gasapparats mit beyden Polen der Batterie in Verbindung gebracht werden, iſt Alles geändert, und es tritt dann das eben erwähnte Geſetz ein.

2. Die Waſſerſäule, welche ſich im Gasapparate zwiſchen den beyden Batteriedräthen befindet, erhält während des Galvaniſchen Prozeſſes wirklich Elektricität. Dieſen Satz bewieſen mehrere Thatſachen, aus welchen zugleich folgte, daß bey der Gas- und Oxyderzeugung nicht die Elektricität, oder wenigſtens nicht alle Elektricität, ſo verwendet wird, daß ſie aufhören ſollte, ihre phyſiſchen Wirkungen zu äußern. Hätte ſich wirklich gefunden, daß alle elektriſche Erſcheinungen bey der Waſſerzerſetzung aufhörten, ſo wäre die chemiſche Zerſetzung der elektriſchen Materie und ihre Concurrenz zur Gaserzeugung durch ihre eigene Entwiſchung und Abtretung ihrer Beſtandtheile erwieſen geweſen. Gleichwohl ſey es aber doch noch ſehr denkbar, daß die Waſſerſäule nur den Ueberſchuß des nicht verwendeten elektriſchen Fluidums anzeige, und überdem ſchienen die elektriſchen Erſcheinungen

wirk-

wirklich ſchwächer zu werden, je mehr Waſſerzerſetzungen an einer Batterie ſtatt fanden.

3. Metalliſche Leiter, welchen die Galvaniſche Einwirkung in der Kette durch Waſſerſchichten zugeführt wird, zeigen immer Polarität in Rückſicht auf die chemiſchen Wirkungen. Dieſe Erſcheinung hat die auffallendſte Aehnlichkeit mit dem Spiel der Atmoſphären bey Elektriſirung durch Vertheilung. Ein Leiter unter dieſen Umſtänden der oxydgebenden Spitze der Batterie genähert, theilt ſich in drey Theile oder Zonen, wovon die der Oxydſpitze zunächſt liegende Gas gibt, die entgegengeſetzte Oxyd erzeugt, die mittelſte aber indifferent bleibt, und weder Gas noch Oxyd liefert.

4. Die Waſſerſäule im Gasapparate hatte nicht in ihrer ganzen Länge eine gleichnamige Elektricität, ſondern zeigte dieſelbe Polarität, als eine an die Pole der Batterie angebrachte hanfene Schnur und andere Halbleiter der Elektricität, welche Volta unter der Benennung von Leitern der zweyten Art begreift.

5. Die Metalldräthe im Gasapparate zeigen ihrer ganzen Länge nach nur die Elektricität desjenigen Theils der Waſſerſäule, worin ſie ſich befinden, ungeachtet ſie in zwey entgegengeſetzten Zuſtänden ſind. So gibt z. B. das Knie eines Draths Oxyd, die Spitze Gas, indeß der ganze Drath nur negative Elektricität zeigt, weil er ſich in der Region des negativen Draths befindet. Dieſes, allgemein ausgedruckt, gibt folgenden ſehr paradoxen Satz: Es exiſtirt kein beſtändiges Verhältniß weder zwiſchen wahrgenommenen — E und Gaserzeugung, noch zwiſchen wahrgenommenen + E und Oxydation. Die Beobachtungen an den Polardräthen der Säule haben veranlaßt, daß man dieſes Coexiſtiren des wahrgenommenen + E mit Oxydation,

dation, und des — E mit Gaserzeugung als Geſetz aufgeſtellt, und ſogar im wiſſenſchaftlichen Sprachgebrauche die Benennungen: poſitiver und Oxydpol, negativer und Gaspol als völlig ſynonym betrachtet hat. Allein ſehr viele Verſuche zeigten Erman ganz beſtimmt, daß eine Metallſpitze ſehr viel Oxyd gebe, und doch zugleich ſehr ſtarkes — E haben, und umgekehrt viel Waſſerſtoffgas geben, und doch + E haben könne.

Einige, beſonders von Humboldt, hatten aus mancherley Verſuchen geſchloſſen, daß die Flamme, die trocknen Knochen und der luftleere Raum die Galvaniſchen Wirkungen iſoliren, während ſie die elektriſchen leiten. Aus dieſem Umſtande zogen ſie den nicht unwichtigen Schluß, daß der Galvanismus von der Elektricität verſchieden ſeyn müſſe. Erman [f]) aber unternahm es, dieſen wichtigen Gegenſtand von neuem genauer zu unterſuchen, und das Reſultat ſeiner Unterſuchung war dieſes, daß die Galvaniſche Wirkung, nicht mehr und nicht weniger als die elektriſche, durch die Flamme, die Knochen und den luftleeren Raum geleitet wird.

Erman fand, daß die Flamme die Elektricität der Säule ganz beſtimmt leite, da man durch ihre Dazwiſchenkunft die Pole laden und entladen, und dem Elektrometer eine äußerſt ſtarke Divergenz beybringen und auch nehmen könne. Indeſſen finden ſich gewiſſe Eigenthümlichkeiten der Leitungsart der Flamme, die wichtig ſind, da der ganze Ladungsmechanismus der Säule auf der Leitungsart der feuchten Leiter beruht, den wir nur durch ſorgfältige Vergleichung mit der Leitungsart der andern Halbleiter der Elektricität genau

f) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XI. S. 148 u. f.

genau erkennen können. Die Flamme gehört nämlich unter die Halbleiter, und wirkt hier nicht ſo vollkommen, als die Metalle. Denn wenn man den einen Pol durch einen Drath mit dem Elektrometer verbindet, und an den Drath die uniſolirte Flamme bringt, ſo wird die natürliche Divergenz des Elektrometers ganz aufgehoben. Bewegt man dieſe Divergenz durch eine augenblicklich vorübergehende Berührung des entgegengeſetzten Pols auf ihr zweytes Maximum, ſo wird auch dieſes durch die Einwirkung der Flamme ganz aufgehoben. Bleibt aber die Ableitung dem entgegengeſetzten Pole continuirlich angebracht, ſo erleidet die Divergenz am + Pole nicht die mindeſte Verminderung; nur am — Pole ſcheint manchmal eine ganz unbeträchtliche Verminderung der Divergenz ſtatt zu finden, viel öfter aber verhält ſich der — gerade wie der + Pol.

Wie ganz anders aber werde hier ein ganz vollkommner Leiter wirken! Sobald ein ſolcher an dem mit dem Elektrometer verbundenen Pole angebracht iſt, wird jede Beybringung der Divergenz durch ableitende Berührung des entgegengeſetzten Pols völlig unmöglich.

Wenn nun aber die Flamme als ein ziemlich guter Leiter für die Elektricität der Säule wirkt, ſo entſteht die Frage, warum ſie in einer andern Rückſicht die Wirkung des Galvaniſchen Prozeſſes hemmt? Denn es iſt Thatſache, daß die Flamme als Glied in der von Pol zu Pol zu ſchließenden Kette die Waſſerzerſetzung nicht geſtattet, und die Contraktionen der Muskelfaſer nicht gewährt. Erman ſucht dieſes Räthſel dadurch zu löſen, daß er die bekannte Thatſache vorausſetzt, die Flamme ſammle und zerſtreue

E; daher lade ſie, an jedem Pole einzeln angebracht, den entgegengeſetzten Pol. Sie zerſtreue aber viel beſſer und leichter, als ſie ſammle; daher lade ſie bloß den — Pol, wenn beyde in einer gemeinſchaftlichen Flamme wirken.

Was die Ladungsfähigkeit der trocknen Knochen betrifft, ſo behauptet v. Humboldt, daß ſie ſogar die Elektricität beſſer als die Metalle leiteten, die Galvaniſche Wirkung aber ganz vollkommen iſolirten. Allein Erman verſichert, die Thatſachen, worauf ſich dieſe Meinung gründe, ſorgfältig wiederholt und ungegründet gefunden zu haben. Nach ſeinen Verſuchen blieben die Knochen ſowohl für die Elektricität als auch für den Galvanismus ſehr langſame und unvollkommne Leiter.

Endlich ſoll die Leitungsfähigkeit des leeren Raums für die gewöhnliche Elektricität vollkommen, und für die Elektricität der Säule Null ſeyn. Erman bemerkt aber, daß man noch immer dem leeren Raum die Leitungsfähigkeit ſo allgemein und unbedingt zuſchreibe, da doch eine mit gut getrocknetem Queckſilber ausgefüllte Röhre im torricelliſchen Raume die Elektricität nur leuchtend durchſtrömen laſſe. Dieſer mit Lichterſcheinung begleitete Uebergang beweiſe doch ſchon, daß die elektriſche Flüſſigkeit ſich nicht in der leitenden Continuität des luftleeren Raums verbreite; denn die chemiſche Zerſetzung, wovon die leuchtende Erſcheinung abhange, finde nur ſtatt, wenn die elektriſche Thätigkeit von einem Leiter zum andern im freyen Zuſtande überſpringe. Es wäre daher zu vermuthen, daß die Leitung des ſogenannten luftleeren Raums nur von der Gegenwart irgend einer in dieſem Raume vertheilten Subſtanz, und vermuthlich des Waſſerdampfs, abhange.

Der

Der eigentliche luftleere Raum leite die elektriſchen Wirkungen nicht im mindeſten, und der unvollkommne ſcheine es nur in ſo fern zu thun, als er Waſſerdampf enthalte, dem ſich die angehäufte Elektricität frey mittheilen könne.

Da nun die Elektricität der Säule ſo wenig Expanſibilität zu haben ſcheine, daß man ſogar geneigt ſey, ihr jede Action durch die umgebende Luft abzuſprechen; ſo wäre es wohl kein Wunder, wenn die Säule keine elektriſchen Wirkungen durch Fortleitung des mit feuchter Luft verdünnten Raums zeige.

Ueberdieß fand Erman, daß auch feſtes trocknes Eis die Leitungsfähigkeit für die Elektricität der Säule eben ſo vollkommen verliert, als für jede andere Art der Elektricität.

Hieraus leitete Erman eine Theorie des Galvanismus ab, welche ſich auf die Vertheilung der Elektricität gründet. Er ſtellt folgende Sätze auf:

I. Zwey heterogene Metalle verändern während der Berührung ihren elektriſchen Zuſtand hauptſächlich und beynahe ausſchließend durch Vertheilung. Legt man nämlich zwey heterogene Metallplatten über einander, und bringt, während ihrer wechſelſeitigen Berührung, die obere an den Condenſator, ſo erhält man nur äußerſt ſchwache Spuren von Elektricität. Hält man aber die obere Platte iſolirt von der untern ab, um ſie allein an dem Condenſator zu prüfen, ſo erhält man einen Grad der Divergenz, der um ſehr vieles ſtärker iſt, und den Erman auf das 20 bis 30fache des erſtern ſchätzt. Aus dieſen Verſuchen glaubt er ſchließen zu müſſen, daß während der Berührung die Metalle ihre Elektricität wechſelſeitig binden, ungefähr wie es

die über einander gelegten Condenſatorplatten thun, die bey ſchwächern Graden der Elektricität nur nach der Trennung auf das Elektrometer wirken. Da nun aber die Wirkung der Säule nicht beym Trennen, ſondern bey der Berührung der Platten eintritt, ſo müſſe auch die Erklärung ihrer Phänomene hauptſächlich, wo nicht ausſchließlich, aus den Erſcheinungen der ſich berührenden Platten abgeleitet werden.

Daß Vertheilung, und nicht freye, ungehinderte Mittheilung der E die wechſelſeitige Einwirkung der Metalle begründe, erhelle übrigens aus mehreren andern Umſtänden: 1. die beyden Metalle zeigten nach der Trennung nicht eine Art und einen Grad der E, der in beyden gleich wäre, gleichſam einen mittleren Zuſtand zwiſchen dem eigenthümlichen vorhergehenden Zuſtande jenes individuellen Metalls, wie es die freye Mittheilung erfordere; 2. es ſey nicht nothwendig, daß beyde Metalle iſolirt wären; man könne die eine Platte ableitend berühren. Fände eine ungehinderte Mittheilung ſtatt, ſo müßte dann alle E von der obern Platte durch die untern, mittelſt des guten Ableiters, in den Boden ſich ergießen; 3. die reſpektiven Entfernungen der Dräthe und Mitteldräthe im Gasapparate modificirten die Phänomene ſehr weſentlich, und ganz den Geſetzen der durch Vertheilung entſtehenden Atmoſphären gemäß.

II. Die Fläche des Silbers, die den Zink berühre, werde + E, die entgegengeſetzte — E. Mit der Zinkplatte verhalte es ſich umgekehrt; ihre Berührungsfläche werde — E, die Rückſeite + E.

III. Läge unter und über dieſem Plattenpaare A, B ein zweytes und drittes D, C, ſo würden ſich die durch das Spiel der Atmoſphären an den Kehrſei-

ten von A und B zurückgedrängten Elektricitäten gerade in den nämlichen Umſtänden befinden, wie diejenigen, die an den Berührungsflächen erregt werden. Die Kehrſeiten von A und B würden in Rückſicht auf C und D zugleich Berührungsflächen ſeyn, folglich würde das mittelſte Paar A, B, nach oben ſowohl, als nach unten zu, gleiche entgegengeſetzte Grade von E annehmen, alles daher im Gleichgewichte bleiben, und die drey Plattenpaare würden nicht mehr, als eine einzige wirken.

IV. Berühre jede Kehrſeite des iſolirten Plattenpaars AB einen Leiter, ſo werde das Silber ſein − E und der Zink ſein + E ſchon dadurch freyer und kräftiger zurückdrängen können, und die Ladung der Berührungsflächen werde ungehinderter vor ſich gehen.

Bloß durch dieſes Anbringen eines Leiters trete alſo ſchon ein Unterſchied zwiſchen dem elektriſchen Zuſtande der Berührungsfläche und dem Zuſtande der Kehrſeiten ein, wo der angebrachte Leiter dem Ausweichen der zurückgedrängten + E und − E mehr Spielraum darbiethe. Man ſehe hieraus, daß man von der gemeinſchaftlichen Berührungsfläche des A und B auszugehen hätte, indem die vertheilende Wirkung leichter von dieſer Mittelfläche aus nach oben und unten zu geſchehen müſſe. Dieſes ſey das Element des Polariſirens der Säule. Nach der Richtung zu, wo der Zink liege, werde das + E zurückgedrängt, und das − E nach der Seite hin, wo ſich das Silber befinde.

V. Feuchte Leiter hätten durchgängig die Eigenſchaft, daß, wenn ſie der entgegengeſetzten elektriſchen Wirkung der heterogenen Metalle ausgeſetzt ſind, ſie

ſich

ſich der Länge nach in zwey Zonen theilten, wovon jede ihre eigene Elektricität zeigt.

Dieſe Eigenſchaft eigne die feuchten Leiter ganz weſentlich zur Mitwirkung in der Voltaſchen Säule. Wären zwey Plattenpaare durch feuchte Leiter getrennt, ſo könnten nun die Kehrſeiten von A und B ihr + E und − E nach oben und nach unten zurückdrängen, ungeachtet die Plattenpaare C und D eine gleiche Wirkung äußerten; und ſo bleibe auch in dieſem Falle der für die Polarität der Säule nothwendige Unterſchied zwiſchen dem elektriſchen Zuſtande der Berührungsfläche und dem der Kehrſeite. Dieſer würde aber ganz wegfallen, wenn man die Plattenpaare, ſtatt durch feuchte Leiter, durch vollkommne Leiter getrennt hätte, wo eben durch die vollkommne Leitung die Kehrſeiten den nämlichen Grad der elektriſchen Spannung erhalten würden, als die Berührungsflächen, und wo daher alles im Gleichgewichte bleiben müßte.

VI. In der Voltaſchen Säule iſt die Berührungsfläche des mittlern Plattenpaars der Mittelpunkt, von wo aus die Vertheilung nach oben und nach unten ausgeht. Dieſer Punkt iſt folglich völlig indifferent, iſt o E.

Dieſer Mittelpunkt gibt, ſelbſt am beſten Condenſator, keine Spur von E. Hier iſt alſo alles durch Gegenwirkung gebunden und in das vollkommenſte Gleichgewicht geſetzt. Nach unten zu nimmt ſelbſt bey iſolirten Säulen das — E allmählig von Paar zu Paar zu, ſo daß es bald ohne Condenſator das Elektrometer afficirt. Dieſes Phänomen erklärt ſich Erman ſo: die untere Fläche des zunächſt des mittelſten Plattenpaars nach unten liegenden feuchten Leiters iſt durch die Einwirkung des folgenden Paars,

mit dem ſie in Berührung iſt, + E geworden. Da-durch zieht ſie etwas kräftiger das — E ihrer obern Fläche an. Auf ſolche Art kann alſo die unterſte Platte des mittelſten Plattenpaars ſein — E viel leich-ter in den feuchten Leiter zurückdrängen, und erhält ſo eine ſtärkere Ladung. In dem folgenden naſſen Leiter findet das nämliche ſtatt, wie im vorigen Leiter; folg-lich könnte von der unterſten Platte des mittleren Plat-tenpaars aus immer mehr — E nach unten zu ausge-trieben werden. Dazu kommt nun der wichtige Um-ſtand, daß alle Plattenpaare, welche zwiſchen dem erſten, andern und dritten naſſen Leiter liegen, eben-falls ihr — E mehr nach unten zu ausſtoßen müßten, wo es durch das + E angezogen und gebunden werde, als nach oben hin gegen den Nullpunkt, wo es durch die negativen Atmoſphären von den Plattenpaaren zu-rückgeworfen werde. So müſſe mit jedem hinzukom-menden Paare die nach unten abgeſtoßene negative Elektricität einen neuen Grad der Stärke bekommen, und dieſe Grade des Wachsthums müßten unter ſich gleich ſeyn.

Nach oben zu von dem mittelſten Plattenpaare aus geſchehe das nämliche, nur umgekehrt. Die Zink-platte des mittelſten Plattenpaars ſtoße nach oben zu ihr + E leichter aus, weil der ſie berührende feuchte Leiter durch die Wirkung des folgenden Plattenpaars in ſeiner obern Fläche — E geworden iſt, und dadurch das + E in ſeiner untern Fläche kräftiger zieht. Wie dieſes von Paar zu Paar bis zum äußerſten poſitiven Pol zunehme, iſt ſo eben beym poſitiven Pole er-klärt worden.

VII. Bleibt eine ſolche Säule iſolirt, ſo findet an jedem Pole ein nur ſchwaches Ausſtoßen von + E

und — E ſtatt, weil bey jedem Plattenpaare entgegengeſetzte E vorhanden iſt, die ſich wechſelſeitig bindet, und größtentheils im Gleichgewichte hält, nur der ſchwache Ueberſchuß, der durch die Wirkungsart der feuchten Leiter entſteht, wird an den Polen der Säule bemerkbar.

VIII. Bringt man aber den einen Pol mit dem Boden in leitende Verbindung, ſo wird folgendes beobachtet:

1. Der berührte Pol verliert alle Wirkung auf das Elektrometer. Er hat ſein überflüſſiges + E ganz abgeſtoßen, und einen correſpondirenden Theil — E aus dem Boden angezogen; folglich iſt da o E eingetreten.

2. Der berührende Pol wird + E, wenn er iſolirt iſt, weil er von ſeinem — E abgegeben hat.

3. Weil das am poſitiven Pole freye + E im iſolirten Zuſtande des — E Plattenpaare, die zu dieſem Pole gehören, gebunden hielt; ſo wird durch die Wegſchaffung dieſes überflüſſigen + E das gebundene — E des poſitiven Theils der Säule freyer. Daher finden wir auch, daß durch Berührung des poſitiven Pols der Mittelpunkt der Säule aufhört, indifferent zu ſeyn, und das Elektrometer negativ afficirt. Das Umgekehrte erfolgt, wenn die Ableitung am negativen Pol angebracht wird.

4. Der dem Berühren entgegengeſetzte Pol zeigt nun einen viel ſtärkern Grad von E an, als im iſolirten Zuſtande. Das am poſitiven Pole obwaltende + E widerſtand dem Andringen des + E, welches der negative Pol anzieht. Wird dieſer überſchüſſige Antheil von + E abgeſchieden, ſo kann der negative Pol nun viel kräftiger ſein correſpondirendes + E anziehen,

und die iſolirten Körper, die ihn berühren, in einem höhern Grade negativ elektriſiren.

IX. Verbindet man den poſitiven Pol mit dem negativen durch einen vollkommenen Leiter, ſo entſteht eine Entladung, mit allen Erſcheinungen, die an der Leidner Flaſche ſtatt finden, wenn das + E der einen Belegung von dem — E der entgegengeſetzten ſtark angezogen wird. Da aber zwiſchen jedem Plattenpaare ein beſtändiges Spiel der Atmoſphären ſtatt findet, ſo iſt leicht zu begreifen, daß es unmöglich iſt, die Säule durch die Schließung des Kreiſes ſelbſt zu entladen. Es muß im Gegentheil durch die Verbindung beyder Pole das Spiel der Atmoſphären beträchtlich erhöht werden. Die untere Silberplatte iſt durch Anlegung des Bogens ſtark + E geworden. Dadurch zieht ſie in der Berührungsfläche der darauf liegenden Zinkplatte das — E um ſo kräftiger; die Kehrſeite der Zinkplatte wird dadurch mehr + E abſtoßen, und ſo wird von Paar zu Paar die Wirkung der Atmoſphären in jedem Punkte der Säule auf das Maximum gebracht. Jede Möglichkeit eines Indifferenzpunkts iſt verſchwunden, und eine Divergenz am Elektrometer kann eben ſo wenig hier ſtatt finden, als wenn die geladenen Condenſatorplatten über einander liegen.

Dieſes erhöhte Spiel der Atmoſphären zeigt ſich ſehr gut in einem Apparate, der ſtatt der Tuchſcheiben kleine mit Waſſer angefüllte Becher enthält, auf deren jedem auf dem einen Ende eine Deckplatte von Zink, auf dem andern eine Deckplatte von Silber angekittet iſt, und die ſo auf einander geſetzt werden, daß daraus eine Säule von 25 bis 30 Schichtungen entſteht. Bey Schließung der Kette gibt continuirlich jede Zinkfläche im Waſſer Oxyd, und jede Silberplatte Waſſerſtoffgas.

gas. Dieſe Wirkung findet aber nicht ſtatt, wenn die Pole iſolirt bleiben, oder wenn man einen oder beyde Pole ableitend, doch ſo berührt, daß nicht das + E des einen von dem — E des andern unmittelbar geleitet wird. Dieſes iſt den Erſcheinungen der Leidner Flaſche ganz analog.

Die elektriſchen Erſcheinungen hangen, ſo wie die elektroſkopiſchen, von der Kraft ab, mit welcher + und — E ſich wechſelſeitig anziehen, die Lichterſcheinungen aber von der Menge der elektriſchen Materie, die in einem Momente frey wird und ſich zerſetzt. Eine gleiche Anzahl großer und kleiner Platten muß alſo gleiche Communikationen und Divergenzen geben, weil ungeachtet der verſchiedenen Menge ihrer natürlichen Elektricitäten dieſe doch durch das Spiel der Atmoſphären gleiche Vertheilung erlitten haben, ſo daß gleiche Grade des Gegenſatzes erfolgen müſſen. Die obere und untere Platte enthalten aber bey einem größern Durchmeſſer eine größere abſolute Menge von E; daher wird ſich bey gleichem Grade der wechſelſeitigen Anziehung mehr frey gewordenes Licht zeigen, als bey Platten von kleinerm Durchmeſſer. Von zwey ungleichen Condenſatoren, die lange genug mit dem nämlichen Körper in Berührung waren, wird der größere einen größern Funken geben; die Divergenzen ſind aber in beyden gleich.

X. Hat man über die letzte Silberplatte der auf die erwähnte Art conſtruirten Säule einen Becher mit Waſſer gekittet, ſo daß dieſe Silberplatte unter und über ſich Waſſer hat, und führt man nun den Drath, der die Verbindung von Pol zu Pol geben ſoll, in das Waſſer dieſes oben offenen Bechers; ſo wird die Silberplatte an ihrer untern Fläche Waſſer-

ſtoffgas, an ihrer obern aber Oxyd geben. Die Vertheilung der Elektricität zeigt ſich alſo hier an den Platten der Säule gerade wie in den Mitteldräthen eines Gasapparats.

XI. Unterbricht man die Continuität des Bogens, der den Kreis ſchließen ſoll, und bringt man eine Waſſerſäule zwiſchen die äußerſten Spitzen der von jedem Pole kommenden Dräthe; ſo findet in dieſer Waſſerſäule das nämliche ſtatt, wie in jedem feuchten Leiter, der die Plattenpaare trennt. Das Spiel der Atmoſphären wird aber in allen übrigen äußerſt erhöht, und ſo von Paar zu Paar; wo dann die höchſte Spannung continuirlich, ohne Entladung, ohne Indifferenzpunkt, und ohne ausgezeichnete elektriſche Phänomene ſtatt finden muß.

Gruner[s]), Hofapotheker in Hannover, fand, daß ſich an dem Drathe des negativen Pols, wenn dafür Silbernadeln genommen wurden, in der mit Waſſer angefüllten Röhre ſchwarze Dendriten, welche den Schneefiguren ähnlich waren, anſetzten, indem das an der poſitiven Seite gebildete gelbe Silberoxyd von der negativen angezogen und in ein ſchwarzes verwandelt wurde. In dem Augenblick, da die Bildung der Dendriten ihren Anfang nahm, hörte auch die Erſcheinung der ſich entbindenden Luft auf, und die luftgebende Nadel bedeckte ſich mit einem ſchwarzen Silberoxyd, das aber nur ſehr loſe auf der Oberfläche der Nadel lag; denn die geringſte Berührung verwiſchte das Oxyd, und machte die Nadel mit ihrem vorigen Glanze erſcheinen. Mehrere Beobachtungen leiteten ihn auf den Gedanken, daß dieſe Dendriten einem

s) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. VIII. S. 218 f.

einem wahren Desoxydationsprozeſſe ihre Entſtehung zu verdanken haben; und er ſchloß, daß, ſobald er mehrere Röhren, deren Silbernadeln in Berührung ſtänden, der Galvaniſchen Wirkung ausſetzte, auch die Farbe des ſich an den Nadeln erzeugenden Oxyds, ſo wie auch die Entſtehung der Dendriten in Abſicht auf Zeit und Größe, verſchieden ſeyn würden.

Der Erfolg entſprach ſeiner Vorausſetzung gänzlich; denn als er mehrere Röhren zu gleicher Zeit in die Galvaniſche Batterie brachte, wurde die Nadel, welche unmittelbar mit dem Silberhaken in Verbindung war, mit einem weißen, die der mittleren Röhre mit einem gelben, und die der dritten, als die mit dem Zinkhaken am nächſten in Verbindung ſtehende, mit einem ſich dem Schwarzen nähernden Oxyd überzogen. Eben ſo verhielten ſich auch die Dendriten in Abſicht der Zeit ihrer Entſtehung und ihrer Größe ganz verſchieden; denn an der unmittelbar mit dem Zinkhaken in Verbindung ſtehenden Nadel erzeugte ſich der Dendrit nicht nur gleich nach Schließung der Kette, ſondern er war auch viel größer, als die in den beyden andern Röhren, in welchen ſie ſich viel ſpäter erzeugten. Ja in der mit dem Silberhaken unmittelbar in Verbindung ſtehenden Röhre erzeugte er ſich erſt nach Verlauf von 5 bis 8 Minuten, wobey das vorher weiße Oxyd in ein gelbes umgeändert wurde.

Durch dieſen Erfolg ſeiner Theorie beſtärkt, glaubte er die Entſtehung der Dendriten ganz verhindern zu können, wenn er zwiſchen die Nadeln eine dünne Korkſcheibe in die Glasröhre brächte, wodurch zwar nicht das Durchſtrömen des Galvaniſchen Fluidums, wohl aber die durch wechſelſeitige Affinität bewirkte Desoxydation des ſo eben entſtandenen Oxyds

verhindert würde. Er verfertigte ſich daher eine Röhre, in deren Mitte eine Korkſcheibe befindlich war, füllte ſie mit deſtillirtem Waſſer, und brachte ſie, nachdem er die Nadeln hineingeſteckt hatte, mit der Batterie in Verbindung. Die Luftentbindung, ſo wie auch die Oxydation, nahm ſogleich, als die Kette geſchloſſen war, ihren Anfang; allein ungeachtet er die Röhre ¾ Stunden lang der ununterbrochenen Wirkung ausſetzte, ſo zeigte ſich doch keine Spur eines Dendriten, und ſtatt daß ſonſt das in einer gewöhnlichen Röhre ſich bildende Oxyd gelb iſt, war es in dieſer ganz weiß.

Da auch dieſer Verſuch ganz ſeiner Erwartung entſprach, und es aufs neue beſtätigte, daß die Entſtehung dieſer Dendriten der Oxydation des Silbers zuzuſchreiben ſey; ſo glaubte er faſt annehmen zu dürfen, daß dieſe Dendriten ſich nur dadurch erzeugten, daß ein Theil des an das Silberoxyd nur loſe gebundenen Sauerſtoffs ſich mit dieſem Waſſerſtoffe zu Waſſer verbindet. Dabey muß nicht nur die Erſcheinung der Luftbläschen eben ſogleich aufhören, weil dieſe Wiedererzeugung des Waſſers in dem Augenblick ihrer Entbindung vor ſich geht; ſondern auch die Farbe des Oxyds muß verändert werden, weil es dann eine geringe Menge gebundenen Sauerſtoff enthält, und in ein ſchwächeres, alſo mit einer dunkeln Farbe erſcheinendes Oxyd umgeändert wird. Die Zuſammenhäufung dieſes ſchwarzen Oxyds zu einer regelmäßigen, kryſtalliniſche Fügung zeigenden Figur müßten wir wahrſcheinlich dem Attraktionsvermögen zuſchreiben, welches alle gleichnamigen Körper unter ſich beſäßen. Zur Erzeugung dieſer Dendriten ſey es nöthig, daß die Spitzen der Silbernadeln ganz genau gegen einander überſtehen; denn ſobald dieß nicht der Fall iſt, warte man vergebens auf ihre Erſcheinung.

Der

Der Prof. Pfaff zu Kiel ſah dieſe Verſuche bey Gruner, welche ihm zur Anſtellung eines Verſuchs Gelegenheit gaben, der ſeine Idee vom Galvaniſiren der Metalle als eines analogen Phänomens mit dem Magnetiſiren des Eiſens ſehr zu bekräftigen ſchien. Es iſt nämlich bekannt, daß, wenn man zwey mit Waſſer gefüllte Glasröhren, in deren eine ein Drath vom Hydrogenpole geht, durch Metall- oder Reißbley u. ſ. f. mit einander verbindet, die beyden Extreme des verbindenden Draths, Reißbleyes u. ſ. w. ebenfalls Galvaniſche Polarität zeigen, da dieß bey thieriſchen Theilen, Kork, feuchtem Papiere u. ſ. f. unter gewiſſen Einſchränkungen nicht der Fall iſt. Seine Vorſtellung davon iſt, daß Metalle u. ſ. w. gleichſam eine Galvaniſche Vertheilung in ſich zulaſſen, aber nicht ſo die feuchten thieriſchen Theile. Der zwiſchen beyden Metalldräthen liegende und die Galvaniſche Wirkung fortleitende Metalldrath wirke alſo gleichſam in dieſem Falle wie ein Stück Eiſen, das zwiſchen dem + Pole und dem — Pole zweyer Magnete gebracht, jenem gegenüber —, dieſem gegenüber + wird. So wie nun durch ein ſolches Stück Eiſen, das die magnetiſche Vertheilung in ſich zuläßt, die Pole jener beyden Magnete ſelbſt verſtärkt werden; ſo geſchieht dieß auch auf eine auffallende und merkwürdige Art eben ſo durch den dazwiſchen liegenden Metalldrath, in Rückſicht auf die beyden urſprünglichen Galvaniſchen Pole, und eben dieſe neue Uebereinſtimmung deutet noch mehr auf ein gleiches Naturgeſetz in beyden Fällen.

Wandte man nämlich zwey Silberdräthe, und als verbindenden Mitteldrath ebenfalls einen Silberdrath an, ſo entſtand nun an dem erſten und gleichſam

ſam urſprünglichen Hydrogenpole die Silbervegetation mit einer viel größern Schönheit und Schnelligkeit, als bey Anordnung einer einzelnen Glasröhre und bloß zweyer Dräthe. Das Waſſer wurde in jenem Falle nicht, wie in dieſem, braun gefärbt; ſo vollkommen wurde alles Silberoxyd von dem nun ſtärkern Hydrogenpole wieder reducirt. Aber auch der erſte und urſprüngliche Oxygenpol in der andern Glasröhre war nunmehr viel ſtärker und wirkſamer. Es wurde jetzt nicht ein ſchwärzliches, ſondern durch die ſtärkere Oxydation ein weißliches Silberoxyd und mit großer Schnelligkeit erzeugt. Was die Pole des zwiſchenliegenden Metalldraths betrifft, ſo ſchienen ſie nicht ſo ſtark zu ſeyn, als die beyden urſprünglichen Pole; wenigſtens war an dem dem urſprünglichen Oxygenpole entgegengeſetzten Hydrogenpole die Silbervegetation nur unbeträchtlich, in Vergleich mit der ſo ungemein ſchönen Vegetation am urſprünglichen Hydrogenpole, ohne daß darum eine merkliche Gasentwickelung ſtatt fand. Dieß allein, glaubt Pfaff, möchte hinreichen zu beweiſen, daß der Galvaniſche Luftentwickelungsprozeß kein eigentlicher Waſſerzerſetzungsprozeß iſt, ſondern daß an jedem Pole für ſich ein Prozeß ſtatt findet, der nur in ſo weit den Prozeß des andern Pols beſtimmt, in ſo fern die Intenſität des entgegengeſetzten Pols mit unter ſeinem Einfluſſe ſteht; daß alſo das Waſſerſtoffgas keineswegs als das caput mortuum des Prozeſſes am Oxygenpole angeſehen werden darf.

Uebrigens wollte Gruner bey ſeinen Verſuchen nicht den geringſten Verluſt am Waſſer erlitten haben, welches er durch Abwägen zu beſtimmen ſuchte. Hieraus ſchloß er, daß die erhaltenen Luftarten nicht von der Zerſetzung des Waſſers, ſondern von der Galvaniſchen

ſchen Materie herrührten. Allein Gilbert bemerkt ganz richtig, daß ſeine Verſuche zu dieſer Abſicht zu delikat waren, um etwas Sicheres daraus zu ſchließen. Schon Simon's genauere Verſuche widerſprechen dieſer Behauptung, und es mag daher wahrſcheinlich ein Irrthum bey Gruner's Verſuchen vorgegangen ſeyn.

Auch in Wien haben der Major Hellwig, Major Tohavsky und Hauptmann von Liegteny[h]) Verſuche mit der Voltaſchen Säule angeſtellt. Ihre Säulen waren auf folgende Art eingerichtet: Es wurden gewöhnliche Holzkohlen gepulvert, und mit gekochtem Stärkemehl zu einem Teige gemacht; hierauf ſchlug man ſie in eine Form und brannte ſie gut. Auf ſolche Art entſtanden Scheiben aus Holzkohlen, 5,5''' dick und 2'' 9,5''' im Durchmeſſer. Dieſe wurden mit gleich großen Scheiben aus halb Zink und Zinn, und mit Papierſcheiben, die in liquides ſalzſaures Kali getränkt waren, zu einer Säule = 30 (Zink, feuchter Leiter, Kohle) aufgeſchichtet. Dieſe Säule zeichnete ſich beſonders durch ihre Funken aus, welche ſchon bey 4 Lagen ſichtbar wurden. Schloß man die Kette mit einem metalliſchen Entlader an der Kohlenplatte, ſo zeigten ſich Funken mit Rauchentwickelung; ein Beweis der Schmelzung des angewandten Metalls. Daſſelbe geſchah auf ähnliche Art bey Anwendung gut gebrannter zugeſpitzter Erlenkohle als Entlader; dieſer überzog ſich dabey ſogleich mit einer Aſchenhaut, und mußte, um fortzuwirken, aufs neue zugeſpitzt werden. Phosphor, Schwefel und Schießpulver, auf die obere Kohlenplatte geſtreut, ließen ſich durch die Säule augenblicklich und bey weitem ſchneller, als durch eine Batterie von 300 Metalllagen, entzünden.

h) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XI. S. 396.

zünden. Auch entzündete ſich das Queckſilber, doch ohne Knall.

Als die Säule noch mit 5 Lagen erhöht wurde, zu welchen man ſtatt der Kohlenplatten, welche auf die angeführte Art bereitet waren, Platten aus gewöhnlichen Holzkohlen nahm, war alle Galvaniſche Wirkung verſchwunden. Die gewöhnlichen Schmiedekohlen ſind nicht vollkommen verkohlt, enthalten noch Harztheile, und zeigen ſich deßhalb in der Säule eben ſo unwirkſam, wie die gewöhnlichen Steinkohlen, welche kein Leitungsvermögen äußern.

Auch der Prof. Remer in Helmſtädt ſtellte Verſuche mit Zinkſilberſäulen an. Den Waſſerzerſetzungsprozeß erklärte er hypothetiſch, indem er noch zweifelte, daß das Waſſer hierbey wirklich die Gasarten hergebe, da er die Zerſetzung an dem negativen Drathe anfangen, und den frey werdenden Sauerſtoff ſich mit der gegenüberſtehenden Metallſpitze des poſitiven Draths verbinden läßt. Der Drath diene nun wieder als Leiter des hier wirkenden zu der zweyten Glasröhre, und wirke da auch zerſetzend. Bey organiſchen Subſtanzen könne man nur das entſtandene Oxyd nicht ſehen, ſonſt würden ſie ſich eben ſo verhalten. Allein dieſer Erklärung ſtehen viele Verſuche entgegen.

In Frankreich wurden ebenfalls mehrere Verſuche mit der Voltaſchen Säule angeſtellt, und beſonders fing man auch jetzt an, an den Waſſerzerſetzungsprozeß Theil zu nehmen. Nach Pfaff's Nachricht aus Paris haben Fourcroy, Vauquelin und Thenard außerordentlich große Funken durch Vergrößerung der Metallplatten hervorgebracht. Sie nahmen nämlich Metallplatten ungefähr 8 Zoll im Durchmeſſer,

und

und baueten aus ihnen auf die gewöhnliche Art eine Säule von acht Abwechſelungen. Die Erſchütterungen waren ſehr ſchwach, kaum ſtärker, als die einer Säule, wo die Metallplatten nur 2 Linien im Durchmeſſer haben, und welche ebenfalls nur aus 8 Abwechſelungen beſteht; dagegen wurden aber mittelſt zweyer Stahldräthe, die mit beyden Extremen in Berührung ſtanden, und im Contakt mit einander Funken herausgelockt, die man ſonſt nur mit Säulen von 100 Abwechſelungen erhalten konnte. Die Strahlen fuhren nach allen Seiten mehrere Linien weit aus. Das Kniſtern war äußerſt lebhaft, und im Sauerſtoffgas entzündeten ſich die Stahldräthe mit lebhafter Flamme. Die Wirkſamkeit hielt eine Stunde lang faſt ungeſchwächt an. Wurden die großen Metallplatten in kleinere zertheilt, und dieſe über einander gelegt, ſo daß man eine Säule von mehreren Abwechſelungen erhielt, ſo nahmen nun die Erſchütterungen ſehr zu, aber die Funken ab. Mit der Ausbreitung der Oberfläche ſcheint daher der Umſtand gegeben zu ſeyn, der die Funken verſtärkt. Die eigenthümliche Inflammation, nämlich die ſprühenden Funken, finden nur in einer reſpirabeln Luft ſtatt; im Waſſerſtoffgas, Stickſtoffgas, kohlenſaurem Gas bemerkt man nur ein Glühen des Draths ohne deutliche Funken, ohne Inflammation.

Auch ſollen mit Ausbreitung der Oberfläche, bey übrigens geringer Zahl der Platten, die Anziehungserſcheinungen merklicher werden. In Rückſicht auf Verſtärkung der Erſchütterungen und der übrigen organiſche Phänomenen kommt die Oberfläche ſo wenig in Betracht, daß Metallplatten von 2 Linien im Durchmeſſer eben ſo ſtark wirken, als ſolche von 20 und mehreren Linien. Die Zahl ſcheint hier alles zu entſcheiden.

ſcheiden. Die Salze u. ſ. w., welche mit dem Waſſer zu den Verſuchen angefeuchtet werden, ſollen nur im Verhältniß ihrer Verwandtſchaft zu den verſchiedenen Metalloxyden wirken. Bey Anwendung von Zinkplatten iſt das Ammoniak ein gutes Befeuchtungsmittel, bey Zink, Bley u. ſ. f. ſind es eben ſo gut die fixen Alkalien.

Nach Monge's Meinung nimmt die Galvaniſche Strömung einen der Beſtandtheile des Waſſers auf und entführt ihn, wodurch der andere im Uebermaaße zurückbleibt. Nach Fourcroy's, Vauquelin's und Thenard's Meinungen wird das Waſſer wirklich zerſetzt an dem Zink- oder Oxygendrathe, das Oxygen bleibt an dieſem Drathe, wo es entweder oxydirt, oder wenn dieß nicht erlaubt wird, als Gas erſcheint; das Hydrogengas hingegen wird durch ein von ihnen angenommenes Galvaniſches Fluidum, das während der Schließung der Kette von dem Zink- nach dem Silberdrathe der Batterie überſtrömt, auf eine unſichtbare Weiſe nach dem Silber- oder Hydrogendrathe übergeführt, wo dann das Galvaniſche Fluidum in den Drath eindringe, das Hydrogen aber zurückbleibe, und nun als Gas erſcheine.

Vorher ſchon hatte ſich Desormes in Paris mit Verſuchen der Voltaſchen Säule beſchäftigt. In dem oben angeführten Voltaſchen Becherverſuche waren in allen Bechern die Zinkſtücke binnen 17 Tagen völlig oxydirt, wobey ſie faſt eine gleiche Gewichtszunahme erhalten hatten. Das Gewicht der mit einem weißen Staube überzogenen Kupferſtücke war nur wenig und ungleich vermehrt. 15 Becher gaben faſt eben ſo viel Oxyd als 20 Becher. Die Zinkſtreifen verloren durch das weggenommene Oxyd, gegen ihr Gewicht vor dem

Ver-

Verſuche, 0,07, und das Oxyd wog 0,15. Eine Säule von 5 Lagen wirkte hierin halb ſo ſtark. Hieraus ſchließt Deſormes: die Kraft der Säule vermehre die Oxydirung nur bis zu einem gewiſſen Punkte, über welchem hinaus ſie ſelbige nur beſchleunige, ohne ſie zu vermehren. Nach ihm folgen die Metalle in folgender Ordnung, ſo daß die am weiteſten abſtehenden am beſten zuſammenwirken: Zink, Bley, Eiſen, Spießglanz, Queckſilber, Wismuth, Kupfer, Platin oder Silber, Reißbley.

Ferner bemerkte auch Deſormes die Bildung von einer Säure und von Ammoniak. Das letztere unterſuchte er durch ſchwefelſaure Alaunerde auch auf Alaun.

Lehot in Paris ſtellte eine Prüfung über die Wirkſamkeit der Metalle an, indem er dieſen Satz als Grundlage annahm: wenn die Zunge mit Zink armirt iſt, ſo entſteht immer bey der Schließung, wenn ſie aber mit Silber armirt iſt, bey der Trennung der Reiz auf dieſes Organ. Auch findet daſſelbe ſtatt, wenn ein Metall, das in der vorigen Reihe oben ſteht, mit der Zunge verbunden wird. Lehot ſchließt hieraus, daß ſich die in den Theilen der Kette enthaltene Flüſſigkeit in Bewegung ſetze, ſobald die Einwirkungen der Kette auf die Organe beym Schließen geſchehen; ſobald aber dieſe Einwirkungen nur beym Oeffnen bemerkt wurden, habe ſich dieſe Flüſſigkeit in dem Organe angehäuft. Dieſe Anhäufung gebe nun ein gewiſſes Kennzeichen ab, die Richtung des Stroms zu beſtimmen. Alle erregende Stoffe enthalten dieſe Flüſſigkeit, am meiſten die Metalle, jedoch nicht in gleicher Ordnung, und das, was mehr Fähigkeit dafür hat, nimmt dem andern noch mehr davon. Zuckungen der

Muskelfaſer und große Einwirkungen auf die Sinneswerkzeuge zeige die galvaniſch-elektriſche Flüſſigkeit nur, wenn ſie hineinſtröme. Ueberhaupt iſt Lehot's Theorie mit der von Volta vorgetragenen gar nicht verſchieden.

Ritter antwortete auf die Einwürfe gegen die Einfachheit des Waſſers, und ſuchte ſeiner Art, den Verſuch anzuſtellen, indem er das Waſſer durch flüſſige Säure trennte, den Vorzug vor der von Davy und Pfaff angegebenen zu erwerben, indem er bemerkte, daß Fleiſch, als ein feſter Körper, Polarität anzunehmen fähig ſey, und ſelbſt zu ſehr verändert werde, auch, wie ein naſſer Faden, Waſſer enthalte; das letzte ſey auch der Fall mit naſſem Korke nach Pfaff's Methode. Allein Tromsdorf bemerkt ganz richtig, daß Ritter's Methode denſelben Fehler habe; denn flüſſige Säure wirke größtentheils nur dadurch, daß ſie Waſſer enthalte. Ritter ſuchte zwar Henry's, Cruikſhank's und Davy's Verſuche, welche die Zerlegung der Säuren betreffen, dadurch zu widerlegen, daß er meinte, wenn Waſſer über Schwefelſäure ſtünde, ſo würde das Waſſerſtoffgas aus der Säure nicht das Sauerſtoffgas, ſondern den Schwefel niederſchlagen, weiter könnte es nichts thun, und ſo wäre durch die Schicht der Schwefelſäure der ganze Prozeß gehemmt. Allein Tromsdorf bemerkt auch hier, daß man wohl annehmen müſſe, daß die Wirkung von beyden Polen gleichzeitig ausgehe, und erſt durch dieſe vereinigte Wirkung beyder werde der Galvaniſche Prozeß möglich; mithin könne dieß gerade für einen Grund gelten, warum die Schwefelſäure nicht in ſo fern ſie Säure, ſondern nur in ſo fern ſie waſſerhaltige Flüſſigkeit ſey, ſich hier wirkend zeige. Und überhaupt ſey denn in der ſehr concentrirten Schwefelſäure der

Waſſer-

Waſſerſtoff dem Sauerſtoffe näher als der Schwefel verwandt?

Auch ſtellte Ritter gegen Fourcroy's und Thenard's Verſuche Gegenverſuche an, indem er auch Silberoxyd, das mit Waſſer zu einem Breye verdünnt war, anwandte. Füllte er eine Röhre ganz mit dieſem Oxyde an, ſo erhielt er eine anfangende Reduktion, welche von dem poſitiven Drathe anging und an der einen ganzen Seite bemerkbar wurde, und auf der andern Seite eine erkennbare Oxydirung. Wenn auf beyden Seiten Waſſer über dem Oxyde ſtand, ſo entwickelte ſich Gas, und auf der poſitiven Seite wurde das Silber weißer, auf der negativen geſchwärzt. Wurde Waſſer allein, das über Silberoxyd geſtanden hatte, genommen, ſo entſtanden um die Dräthe herum, nebſt Gasentwickelung, um den negativen Drath ein ſchwarzer, um den andern Drath ein weißer wolkiger Niederſchlag. Naſſer Sand veränderte dieſe Wirkungen nicht. Schwarzgewordenes Silberoxyd wurde um den poſitiven Drath entfärbt und an einigen Stellen weiß, an dem negativen aber noch ſchwärzer, welches auch erfolgte, wenn der eine Schenkel mit Sand und Waſſer, und nur der andere mit dem ſchwarzen Oxyde angefüllt worden war. Die franzöſiſchen Chemiker wollten die Reduktion auch auf der poſitiven Seite bemerkt haben; nach Ritter aber findet ſie ſtets nur auf der negativen ſtatt. Auch das Gegentheil der Hypotheſe der Franzoſen, daß nämlich die Wirkung vom negativen Drath anfange, und ſo der Sauerſtoff ſich immer wieder mit dem folgenden Waſſerſtoffe verbinde, ſucht Ritter dadurch zu widerlegen, daß dann Silberoxyd zwiſchen zwey Waſſerſchichten nothwendig den Sauerſtoff abſorbiren müſſe, und daher der poſitive

kein Gas geben könne. Endlich führt Ritter noch gegen eine andere Hypotheſe, nämlich daß die Wirkung von beyden Dräthen ausgehe, an: daß, wenn dieſes wahr wäre, ſo müßte auf der poſitiven Seite das Silber ſich ſchwärzen, und auf der negativen weißer werden; nun geſchehe aber das Gegentheil. Dagegen bemerkt aber Tromsdorf, daß dieſe Hypotheſe wohl die wahrſcheinlichſte ſeyn könne. So richtig auch das letzte wäre, wenn man nur auf die Wirkungen der Dräthe zu ſehen brauchte, ſo wenig könne es beweiſen, da das Silberoxyd ja ſelbſt Polarität zeigen könne, und wohl wirklich zeige. Es verhalte ſich nämlich als ein Mitteldrath. Wäre der Fall anders, ſo würde eine Zwiſchenverbindung von Queckſilber oder Kohlenplatten die chemiſchen Wirkungen der Dräthe nicht aufheben. Bey allen Verſuchen, welche man noch gemacht habe, ſey ein waſſerhaltender Leiter im Spiele geweſen, oder beyde Gasarten ſeyen in einer zuſammenhängenden Waſſermaſſe entbunden worden, wie bey den Verſuchen, wo ſpitze Kohlen oder Metalle die zwey Waſſerſäulen mit einander verbänden. Die Continuität der Wirkung, ohne gerade ein Ueberführendes in eine Verbindung mit Sauerſtoff und Waſſerſtoff anzunehmen, oder die auf beyden Seiten gleichzeitig geſchehende Wirkung zu läugnen, habe daher nichts Beweiſendes gegen ſich, und es könne eben ſo wenig aus den Galvaniſchen Verſuchen, ſo wie wir ſie jetzt kennten, bündig gegen die Zuſammenſetzung des Waſſers geſchloſſen werden. Unabhängigkeit der Bildung des Gaſes an beyden Dräthen von einander bleibe bey der ſynthetiſchen Erklärungsart doch gerettet. Ritter ſtütze ſich darauf, daß kein ponderables durch ein anderes durchgehen könne, und Raumesdurchdringung anzunehmen, ſey durchaus unnöthig, wenn ſich ein Continuum

tinuum finde, das bis zu ſeinem Ende gleichſam in einer Linie zerſetzt werde, ſo daß die Produkte dieſer Zerſetzung an den beyden Enden dieſer Linie ſichtbar würden. Man habe nicht einmal die Annahme eines Galvaniſchen Fluidums nöthig, indem er überhaupt alle Strömung in der Galvaniſchen Kettenverbindung als nicht ſtattfindend angebe, ohne jedoch bis jetzt einen Beweis für dieſe Behauptung angegeben zu haben.

Es iſt aus dem Obigen bekannt, daß Volta der erſte war, welcher die Galvaniſche Wirkung von weiter nichts als von der Elektricität herleitete. Dieſe ſeine Behauptung gab ihm ſelbſt Veranlaſſung zur Erfindung ſeiner Säule, und ſeine Theorie derſelben iſt mit ſo vielem Scharfſinn entwickelt, daß hier das weſentlichſte von ihr angeführt zu werden verdient. Sie gründet ſich auf folgende Vorausſetzung: es gibt mehrere, vorzüglich metalliſche Leiter, welche von dem Augenblicke an, da ſie ſich berühren, eine gegenſeitige Wirkung auf ihre beyderſeitigen Elektricitäten äußern, und eine Strömung derſelben bewirken. Nach ihm ſind die Wirkungen ſeiner Säule die einer großen elektriſchen Batterie von unendlicher Capacität und ſchwacher, jedoch jeden Augenblick ſich wiederherſtellender Ladung, welche gerade des letzten Umſtandes wegen unaufhörlich wirkt.

Im Jahre 1801 laß er den 7ten Novemb. ſeinen Aufſatz über die Theorie des Galvanismus im Nationalinſtitute zu Paris vor. Zuerſt bemüht er ſich, die Identität deſſen, was in der Säule und bey der Elektriſirmaſchine wirkt, zu beweiſen. Durch die Berührung der heterogenen Metalle, nicht allein als Leiter, ſondern auch als Erreger der Elektricität, wird dieſe außer Gleichgewicht geſetzt und in Bewegung

 gebracht.

gebracht. Hierbey bemerkt Volta zugleich, daß Silber mit Kupfer, in gewiſſe Verhältniſſe verſetzt, ſo wie Zink mit Zinn, oder mit Zinn und Bley zugleich, an Kraft die reinen Metalle ſogar übertreffen. Die aus dem Gleichgewicht gebrachte Elektricität geht aus dem Silber in den Zink über, indem ſie in jenem abnimmt, und ſich in dieſem verdichtet; in dieſem Zuſtande von Verdichtung in dem einen, und von Verdünnung in dem andern erhält ſich die Elektricität, wenn dieſe Metalle keine andere leitende Verbindung haben, wodurch das Silber das elektriſche Fluidum wieder erhalten, und der Zink das in ihm übergegangene gleichſam übergießen kann. Die Störung des Gleichgewichts der Elektricität geht nun ſo weit, daß in dem Zink eine Spannung von überflüſſiger oder von poſitiver Elektricität (+ E), in dem Silber eine von mangelhafter oder negativer Elektricität (— E) hervorgebracht wird, wovon die eine ſowohl als die andere $\frac{1}{60}$ eines Grades von Volta's empfindlichſtem Strohhalmelektrometer beträgt. Dieſe elektriſche Spannung iſt aber ſo gering, daß ſie nicht einmal durch das viermal empfindlichere Bennetſche Goldblattelektrometer bemerkt werden kann. Bloß durch den Condenſator läßt ſich dieſe geringe Elektricität bemerklich machen. Die beſte Einrichtung zu einem ſolchen Condenſator iſt nach ihm dieſe: zwey Platten oder Scheiben von Meſſing von 2 bis 3 Zoll im Durchmeſſer von einer völlig ebenen Oberfläche, ſo daß ſie in der Berührung mit ziemlicher Stärke an einander adhäriren, werden auf denjenigen Flächen, mit welchen ſie bey ihrer Anwendung als Condenſator an einander gebracht werden ſollen, mit einer feinen Siegellackſchicht überzogen. Eine oder beyde metalliſche Scheiben ſind noch mit einer mit Siegellack überzogenen gläſernen Handhabe verſehen.

verſehen. Wenn nun Silber mit Zink in Berührung gebracht und die untere Platte des Condenſators mit der Erde, die obere aber mit dem Silber auf einige Augenblicke verbunden worden iſt, wobey der Zink mit der Hand gefaßt wird, und alsdann die Metalle weggenommen und die obere Platte erhoben wird, ſo zeigt ſich ein — E von 2 bis 3, ja wohl gar 4 Grad des Strohhalmelektrometers. Wird aber der Zink mit der obern Scheibe in Berührung gebracht, ſo zeigt ſich ein + E. Hierbey darf aber, wegen des elektriſchen Verhältniſſes des Kupfers und Zinks gegen einander, die obere Platte nicht von Kupfer ſeyn, oder der Zink darf ſie nicht unmittelbar, ſondern nur durch einen feuchten und ſchwachen Erreger, etwa ein Stückchen naſſes Papier, berühren, welches bey dem Silber, da in ihrer Kraft, die Elektricität in Bewegung zu ſetzen, ſich wenig Unterſchied findet, ganz unnöthig iſt. Volta hält es daher für ausgemacht, daß die elektriſche Action ſich in der wechſelſeitigen Berührung der verſchiedenen Metalle äußere, nicht aber, wie Andere glauben, in der Berührung dieſes oder jenes Metalls mit dieſem oder jenem feuchten Leiter. Wenn nun gleich im Allgemeinen dieſe Wirkung zwiſchen Flüſſigkeiten und Metallen ſehr gering iſt, ſo gibt es doch einige Flüſſigkeiten, wo die Wirkung der Metalle ſehr bemerkbar wird.

Daß die wahre Spannung, welche die beyden Metalle, Zink und Silber, in ihrer gegenſeitigen Berührung bewirken, $\frac{1}{60}$ Grad des Strohhalmelektrometers ſey, erwies Volta durch eine Menge Verſuche, worin er ſtatt Eines Paars ſich mehrere Paare ſolcher ſich berührenden Metalle, Zink und Silber, oder Zink und Kupfer, bediente. Je nachdem er 2,

3, 4 ſolcher Paare nahm, erhielt er die zweyfache, dreyfache, vierfache Spannung, d. i. Spannungen von $\frac{2}{60}$, $\frac{3}{60}$, $\frac{4}{60}$ Grad; Größen, die er vermittelſt ſeines Condenſators als ganz richtig befand, der, wenn er z. B. 120 Mal condenſirte, von einem einzelnen Paar bis 2° des Strohhalmelektrometers geladen wurde, dagegen bey verneinter Wirkung von 2, 3, 4 Metallpaaren ſich bis 4, 6, 8 Grad Divergenz lud. Dieß war der große Schritt, welcher ihn zu Ende des Jahrs 1799 zu der Conſtruktion ſeines Apparats, den er Electro-motor nennt, führte, ohne ihn jedoch zu überraſchen, weil dieſe Entdeckung ihm im Voraus den Erfolg verbürgte.

Die Urſache, warum zwiſchen jedes Metallpaar ein feuchter Leiter gebracht werden muß, iſt die, weil ohne ſeine Dazwiſchenkunſt jede Zinkplatte von beyden Seiten mit Silberſtücken in Berührung ſtehen, und von zwey gleichen entgegengeſetzten Kräften afficirt werden würde, daher das Reſultat aller dieſer Wirkungen dem der oberſten und unterſten Platte auf einander gleich ſeyn müßte. Wären dieſe von verſchiedenartigem Metalle, ſo träte die Wirkung eines einzigen Plattenpaars, und eine Spannung von $\frac{1}{60}$ Grad ein; wären ſie von einerley Metall, ſo fände gar keine Wirkung ſtatt. Daher iſt es unmöglich, eine verſtärkte Wirkung, d. h. eine größere Spannung, als von $\frac{1}{60}$ Grad, wie ſie ein einziges Plattenpaar gibt, zu erhalten, wenn man bloß Silber- und Zinkſtücke, ihre Geſtalt und Größe ſey welche ſie wolle, ohne Zwiſchenwirkung eines dritten feuchten Leiters, der von minderer Energie iſt, über einander ſchichtet.

Selbſt durch Uebereinanderſchichtung von drey verſchiedenartigen Metallen und mehreren läßt ſich, ohne feuch-

ten

ten Leiter, keine Verſtärkung der Elektricität bewirken, womit die Kraft, mit welcher die Leiter erſter Klaſſe ſie in ihrer gegenſeitigen Berührung aus dem einen in den andern treiben, im beſtimmten Verhältniſſe ſteht. Z. B. das Silber treibt das elektriſche Fluidum in das Kupfer mit einer Kraft = 1, das Kupfer in das Eiſen mit der Kraft = 2, das Eiſen mit der Kraft = 3 in das Zinn, dieſes in das Bley mit einer Kraft = 1, und das Bley endlich mit einer Kraft = 5 in den Zink, ſo wird das Silber das Fluidum in den Zink, an welchen es unmittelbar angebracht wird, mit der Kraft = 12 treiben. Ueberhaupt, wenn irgend ein Metall mit irgend einem andern in unmittelbare Berührung gebracht wird, ſo gleicht die Kraft, mit welcher das elektriſche Fluidum fortgetrieben wird, genau der Summe der Kräfte der ſich dazwiſchen befindenden Reihe, daher, wenn eins oder mehrere ſich dazwiſchen befinden, es eben ſo viel iſt, als wenn keins dazwiſchen wäre. Hierauf gründet ſich der Unterſchied zwiſchen bloßen Leitern und zwiſchen Erregern der Elektricität. In der Voltaſchen Säule können die feuchten Leiter wegen ihrer geringen bewegenden Kraft als bloße Leiter betrachtet werden. So treibt ſowohl der Zink als das Silber das elektriſche Fluidum mit einer gleichen Kraft = 1 in das Waſſer, und jenes Verhältniß findet nicht mehr ſtatt bey den Leitern der zweyten Klaſſe. Es ſcheint nicht, daß die Leiter der zweyten Klaſſe unter einander dieſem Verhältniſſe folgen. Gleichwohl kann aber daſſelbe doch in der Natur ſtatt finden. Eine ſolche Vorrichtung hat ſie wirklich in den Organen des Zitterfiſches zu Stande zu bringen gewußt, ohne eines Leiters der erſten Klaſſe nöthig zu haben. Es ſcheint daher, daß entweder dieſes Verhältniß nicht unter den Leitern der zweyten Klaſſe ſtatt finde, oder daß

es unter ihnen ſelbſt noch eine Verſchiedenheit, etwa Leiter einer dritten Klaſſe, gebe. Vielleicht, meint Volta, könnte dieſe dritte Klaſſe von Leitern und zugleich Bewegern aus Körpern zuſammengeſetzt ſeyn, welche zwar einige Feuchtigkeit enthalten, die aber entweder geronnen oder ſo einverleibt wäre, daß ſie nicht leicht ausgedruckt werden kann, wie dieß der Fall mit vielen animaliſchen Subſtanzen iſt, nämlich mit der Muskular-, tendöſen, membranöſen, Nervenſubſtanz u. ſ. f.

Dieß iſt das Weſentlichſte von Volta's Abhandlung, welche er im Nationalinſtitute zu Paris vorlas. Der große Napoleon, welcher damals in der Sitzung zugegen war, und ſich das ihm noch unverſtändliche von la Place erklären ließ, ſchlug vor, daß Volta'n eine goldene Medaille zugetheilt werden möchte.

Es folgte nach dieſer Abhandlung bald eine zweyte von Volta, als eine Fortſetzung der erſtern. Eine deutliche Darſtellung von Volta's Theorie überhaupt hat Pfaff in Gilbert's Annalen gegeben. Volta frägt, wie eine ſo ſchwache Elektricität, welche ſeine Säule zeige, und welche ſich in der kleinſten Entfernung nicht entlade, eine ſo heftige Erſchütterung hervorbringen könne?

Dieſe Schwierigkeit, ſagt Volta, treffe elektriſche Batterien eben ſo gut, wie ſeinen Apparat, und könne daher keinen Einwurf gegen die Identität des Fluidums, das dieſer errege, und des elektriſchen Fluidums abgeben. Warum eine Batterie von großer Capacität, die nur bis auf einen geringen Grad geladen ſey, eine ſtarke Erſchütterung gebe, wenn eine kleine bis zu demſelben Grade geladene Flaſche keine

Er-

Erſchütterung hervorbringe, habe man geglaubt, vollkommen erklärt zu haben, wenn man ſage, jene entlade in einem Augenblicke eine ſo vielmal größere Menge von elektriſchem Fluidum, ſo vielmal ſie in ihrer Capacität dieſe übertreffe. Allein wenn man unter einem Augenblicke ein untheilbares Moment verſtehe, ſo ſey dieſes falſch. Jede Entladung erfordere eine endliche Zeit und habe eine gewiſſe Dauer, obgleich dieſe Zeit, auch bey Batterien, ſehr kurz und ſchwerlich meßbar ſey, und uns in ſo fern ein bloßer Augenblick ſcheine. Bey Ladungen bis zu gleichem Grade des Elektrometers müſſe die Dauer der Entladung nach dem Verhältniß der Capacitäten größer ſeyn, weil bey Ladungen von gleicher Spannung die Geſchwindigkeit, mit der beym Entladen das elektriſche Fluidum fortſtrömt, gleich ſey. Bey einer zehnfachen Capacität und einerley Grad der Ladung werde daher zur Entladung die zehnfache Zeit erfordert, ſo wie umgekehrt zum Laden mit einer Elektriſirmaſchine von beſtändiger Wirkſamkeit bey zehnfacher Capacität die zehnfache Zeit nöthig ſey. Und ſo dehnte ſich bey einerley Spannung die Entladung größerer Belegungen gleichſam in mehrere ununterbrochen auf einander folgende Zeiträume aus, obgleich ſie nur augenblicklich zu ſeyn ſchienen. Da alſo die Erſchütterung beym Entladen von Flaſchen, die bis zu einerley Spannung geladen ſind, um ſo ſtärker wird, je größer die Capacität der geladenen Flaſche iſt, ſo könne die Stärke der Erſchütterung nicht von der Menge des elektriſchen Fluidums, das ſich in einem Augenblicke ergieße, abhangen, ſondern ſie müſſe von der Zeit, wie lange der elektriſche Strom beym Entladen daure, abhangen, welche Zeit, bey gleicher Spannung, der Quantität des angehäuften elektriſchen Fluidums proportional ſey.

Daß

Daß die Stärke der Erſchütterung nicht von der Geſchwindigkeit, ſondern von der Dauer des Entladungsſtroms abhange, beruhe auf der Natur und Einrichtung unſerer Organe. Sollten ſie von irgend einem Agens merklich afficirt werden, ſo müſſe dieſes Agens eine Zeitlang auf ſie wirken: länger oder kürzer nach Verſchiedenheit der Wirkſamkeit deſſelben und der eigenthümlichen Reitzempfindlichkeit des Organs. Ob nun gleich die Erſchütterungen keiner langen Fortdauer der Berührung bedürfen, ſo erfordern ſie doch auch einige Zeit, und die Zeit, in welcher eine gleich ſtark geladene Flaſche von hundertmal geringerer Capacität vollſtändig entladen werde, reiche zur Entladung der Batterie nicht hin.

Eine Batterie von 100 Mal größerer Capacität, als die Capacität einer bis auf gleichen Grad mit ihr geladenen Flaſche, laſſe ſich als 100 Entladungen der Flaſchen in ununterbrochener Folge betrachten. Dieſe verſchmelzten bey der außerordentlichen Geſchwindigkeit, worin ſie auf einander folgen, in eine einzige Erſchütterung, welche eben dadurch 100 Mal ſtärker empfunden werde. Eindrücke, die auf unſere Organe gemacht würden, erlöſchten nicht ſogleich, ſondern hätten alle einige Dauer. Während die erſten Erſchütterungen noch fortdauern, kommen die andern hinzu: ſo häufen ſie ſich, und es entſteht ein Eindruck von viel größerer Energie.

In Abſicht der Empfindungen könne alſo die Dauer der Entladung oder des elektriſchen Stroms das erſetzen, was einer Ladung an Spannung abgehe, und ſo könne man von ſehr ſchwachen Ladungen, die nur $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{4}$ Grad des Strohhalmelektrometers betragen, doch ſehr ſtarke Erſchütterungen erhalten, wenn ſich dieſe

dieſe Ladungen nur in recht großen Recipienten befinden. Die Dauer des Entladungsſtroms erſetze dann, was ihm an Stärke mangele.

Was dürfe man hiernach nicht von ſeinem Elektricität erregenden Apparat erwarten, deſſen elektriſcher Strom nicht etwa nur $\frac{1}{20}$ oder $\frac{1}{10}$ Sekunde, wie bey der Batterie von 20 bis 60 Quadratfuß Belegung, daure, ſondern unaufhörlich und ohne Nachlaß fortwähre und die größten Batterien beynahe in einem Augenblicke lade, und ſie dadurch in den Stand ſetze, ſehr ſtarke Erſchütterungen zu geben! Mehr als über die heftigen Erſchütterungen, welche er wirklich ertheile, müſſe man ſich darüber wundern, daß dieſe Erſchütterungen nicht viel energiſcher ſeyen. Denn in Rückſicht auf die Dauer ſeines Stroms ſey dieſer ununterbrochen wirkende Elektricitätsbeweger mit einer Batterie von unermeßlicher Belegung, von grenzenloſer Capacität zu vergleichen.

Welche unglaublich große Menge von elektriſchem Fluidum ſein Apparat, trotz ſeiner ſo ſchwachen Spannung, ja man möchte ſagen, augenblicklich hergebe, bewieſen die Verſuche mit Batterien von großer Belegung, welche er durch eine möglichſt kurze Berührung, die keine $\frac{1}{20}$ Sekunde daure, bis zu ſeiner Spannung lade. Eine gute Elektriſirmaſchine vermöge dieß kaum durch einige Umdrehungen ihrer Kugel oder Scheibe binnen einigen Sekunden zu bewirken, und ein Elektrophor kaum mit 20 bis 40 Funken. Der durch ſeinen Apparat erregte und anhaltende Strom ſey daher größer und reichlicher, als der Strom, welchen die größte und wirkſamſte Elektriſirmaſchine zu erregen und zu unterhalten vermöge. Volta meint, daß ſich hieraus ſehr genügend erkläre, wie gewiſſe

Wir-

Wirkungen ſeines Apparats ſich durch gewöhnliche Elektriſirmaſchinen gar nicht, oder wenigſtens nicht auf die Art, und in dem Grade als durch ihn, hervorbringen laſſen, wohin z. B. die Zerſetzung des Waſſers und die Oxydirung der Metalldräthe in den bekannten Verſuchen gehören; hierzu werde bloß ein anhaltender und reichlicher elektriſcher Strom erfordert, welchen ſein Apparat viel vollkommener errege und unterhalte, als die wirkſamſte Elektriſirmaſchine.

Indeß ſchwächten in ſeinem Apparate die feuchten Leiter die Erſchütterungen gar ſehr, indem ſie dem Durchgange des elektriſchen Fluidums Hinderniſſe in den Weg legten, und den Strom deſſelben beträchtlich retardirten. Cavendiſh habe aus Verſuchen ſchließen zu dürfen geglaubt, daß das Leitungsvermögen des Waſſers für das elektriſche Fluidum 400,000,000 Mal geringer als das der Metalle ſey. Wollte man es aber auch nur 100,000 Mal ſchwächer als das der Metalle nehmen; ſo würde das ſchon hinreichen, die Erſcheinungen zu begründen, welche beym Durchbruch der elektriſchen Materie durch Waſſer ſtatt fänden. So klein auch der Querſchnitt einer Waſſerſchicht ſeyn möge, ſo ſetze ſie doch einem ſtarken und reichlichen elektriſchen Strome immer noch einen beträchtlichen Widerſtand entgegen. Einen Beweis davon gäben die Funken ab, welche erſcheinen, wenn zwey Metalldräthe, die in Waſſer eingetaucht, und deren Spitzen nur durch wenig Waſſer von einander getrennt ſind, den Entladungskreis ausmachten. Dieſe Funken durchbrächen das Waſſer; d. h. das für den elektriſchen Strom nicht recht durchgängige Waſſer werde von demſelben aus der Stelle getrieben, durchbrochen und zerriſſen, wie dieſes bey den ſtarken Entladungen geſchehe,

geſchehe, die daraus Gasblaſen entwickelten und es in ſeine beyden Grundſtoffe zerlegten. Stünden die Metalle im Waſſer zu weit von einander ab, ſo daß der Entladungsſtrom die Waſſerſchicht nicht durchbrechen könne, ſo werde er gezwungen, ſich durch ſie gleichſam hindurchzuſeihen; und daß er bey dieſem Durchgange großen Widerſtand finde und die Entladung nur mit Mühe geſchehe, erkenne man an dem geringen Glanze des Funkens, der bey dieſem Entladen vom Haken der Flaſche zum Knopfe des Entladungsbogens überſpringe, und an dem dumpfen, gleichſam ſchleppenden Ton deſſelben, den man ſtatt des lebhaften augenblicklichen und hellen Schalls bey einem bloß metallenen Entladungsbogen höre.

Schon hieraus laſſe ſich abnehmen, welchen außerordentlichen Widerſtand die feuchten Leiter in ſeinen Säulen und Becherapparaten dem durch Berührung der Metalle erregten elektriſchen Strome entgegenſetzen müßten. Um ihn aber auch durch direkte Verſuche zu bewähren und einigermaßer zu ſchätzen, errichte man aus einem einzigen Metalle und einem feuchten Leiter eine Säule oder einen Becherapparat. In beyden findet keine Erregung der Elektricität ſtatt; ſie bilden nur eine Art von leitender Kette, deren Leitungsvermögen bey weitem geringer iſt, als die von bloßen Metallen, wie ſich ſogleich zeigt, wenn man ſie mit in den Entladungskreis ſchwach geladener Flaſchen bringt. Eine Flaſche, welche man beym Entladen durch Metalle, die man in den Händen hält, eine Erſchütterung bis in den Ellenbogen errege, gebe dann nur einen Stoß bis zum Handgelenke, und die Erſchütterung ſey um ſo ſchwächer, je mehr der Schichten und mithin der feuchten Leiter in ſolchen Apparaten

ten ſind. Daſſelbe zeige ſich, wenn man eine Menge ſolcher Schichtungen in den Entladungskreis einer recht wirkſamen elektriſchen Säule bringt.

Die feuchten Körper in der Säule retardirten indeß den elektriſchen Strom nicht bloß durch ihr ſchlechtes Leitungsvermögen, ſondern auch durch die Unvollkommenheit ihrer Berührung mit den Metallen, möchten ſie auch noch ſo genau ſich an die Metalle anzuſchließen ſcheinen. Selbſt beym Uebergange von einem Metalle zum andern, das damit dem Anſcheine nach in Berührung ſey, leide das elektriſche Fluidum ſtets Widerſtand, wie die Erfahrung zeige; dieſer Widerſtand werde zwar um ſo geringer, je ſtärker man beyde Metalle an einander drücke, falle aber doch nie ganz weg, wie man an den Metallketten ſehe, die, man könne ſie noch ſo ſtark anſpannen, doch das elektriſche Fluidum nie ſo frey durchgehen ließen, als Metall, das ſtets zuſammenhange. Eben ſo wären über einander geſchichtete Münzen, ſie möchten noch ſo ſtark zuſammengepreßt ſeyn, für das elektriſche Fluidum nie ſo leicht durchgängig, als Münzen, die an einander gelöthet werden, oder als eine gleich große Metallſtange.

Beyden Mängeln könne man bis auf einen gewiſſen Grad dadurch abhelfen, daß man ſtatt des reinen Waſſers ſalzige Flüſſigkeiten zum Anfeuchten der poröſen Scheiben in der Säule nehme, oder in die Becher des Becherapparats gieße. Denn alle diejenigen Flüſſigkeiten, welche mit den Metallen in Berührung dieſelben chemiſch angreifen, ſchließen ſich 1. dabey dicht an die Metalle an, und treten mit ihnen in eine ſolche innige Verbindung, daß beyde, wo auch nicht einen einzigen Körper bilden, doch nun ununterbrochen zuſammenhängen; 2. ſind die ſalzigen Flüſſigkei-

ſigkeiten, welche die Metalle angreifen, ihrer Natur nach zwar auch unvollkommene Leiter, doch lange nicht in dem Grade, als das reine Waſſer. Es hatten ihn nämlich Verſuche gelehrt, daß die ſalzigen, ſauren und alkaliſchen Flüſſigkeiten 10, 20, 30 Mal u. ſ. f. beſſere Leiter, als das reine Waſſer, ſind. Dieſe beyden Gründe verurſachen, daß Säulen bey gleich vielen Plattenpaaren ohne Vergleich ſtärkere Erſchütterungen geben, wenn ihre feuchten Schichten mit Salzlauge u. ſ. befeuchtet ſind, als wenn ſie bloßes Waſſer enthalten. Dieß allein ſey die wahre Urſache der verſtärkten Kraft der Apparate mit ſalzigen Flüſſigkeiten, und ſie ſey keineswegs darin zu ſuchen, daß etwa die Galvaniſche Wirkung in der Berührungsfläche der Feuchtigkeit mit dem Metalle ausſchließlich oder doch vorzüglich erregt, oder durch die chemiſche Einwirkung der Flüſſigkeiten auf die Metalle und die Oxydirung der letztern mittelſt der Flüſſigkeiten begründet würde, wie ſich das Mehrere eingebildet hätten.

Aus dieſem Allen erhelle zugleich, welch ein zweydeutiges Zeichen vom Grade der Elektricität die bloße Erſchütterung ſey, da die Erſchütterungen eben ſo ſehr von der Güte der Leitung, von dem mehr oder weniger freyen Durchgange, den ſie dem elektriſchen Fluidum verſtatten, als von der Spannung abhiengen. Indem man bloß vom Grade der Erſchütterung auf den Grad der ſogenannten Galvaniſchen Action geſchloſſen, und jene bey ſalzigen Flüſſigkeiten, welche die Metalle angreifen und das eine mehr als das andere oxydiren, ſtärker als bey reinem Waſſer gefunden habe, ſey man darauf gekommen, dieſer Berührung des feuchten Körpers mit den heterogenen Metallen, und der chemiſchen Einwirkung deſſelben auf die Me-

 talle,

talle, die Erſcheinungen des ſogenannten Galvanismus zuzuſchreiben, und habe ſich in wunderbare Meinungen verirrt, indem man unter andern als Urſache dieſer Erſcheinungen ein beſonderes Agens oder Fluidum angenommen habe, das vom elektriſchen Fluidum verſchieden, oder wenigſtens eine beſondere Modifikation des letztern, ein ſogenanntes elektriſch-galvaniſches Fluidum ſey.

Am erſten Decemb. 1801 ſtattete eine Commiſſion des Nationalinſtituts zu Paris Bericht über Volta's Verſuche ab. Die Commiſſion beſtand aus la Place, Coulomb, Hallé, Monge, Fourcroy, Vauquelin, Pelletan, Charles, Briſſon, Sabathier, Guyton und Biot, von denen der letzte den Bericht verfertigte. Sie bemühten ſich vorzüglich, Volta's Theorie durch Berechnungen zu unterſtützen, welche Berechnung auch Gilbert in Halle angeſtellt hat. Volta erhielt außer jener goldenen Medaille von der franzöſiſchen Regierung noch 6000 Franken, welche ihm der verdienſtvolle Miniſter, Chaptal, mit einem ſehr verbindlichen Briefe zuſandte.

Biot[1]) bemerkt, daß Volta zwar ſehr gut bewieſen habe, daß die bloße gegenſeitige Berührung zweyer Metalle und überhaupt zweyer verſchiedenartigen Körper hinreiche, Elektricität zu erregen; allein daß dieſes die einzige Urſache ſey, wovon in ſeinem Apparate die Elektricitätserregung abhange, das ſey bis jetzt noch nicht mit gleicher Evidenz dargethan. Volta gründe dieſe Behauptung auf einen Verſuch mit ſeinem Becherapparate. Er füllte ihn erſtlich mit Waſſer, darauf mit irgend einer Salzauflöſung; ſein

Stroh-

1) Bulletin des ſciences. Nro. 76. p. 120.

Strohhalmelektrometer zeigte in beyden Fällen gleich ſtarke Ladung, und doch waren die Wirkungen auf die Organe im leztern Falle merklich ſtärker, welches, nach Volta, der beſſern Leitung der Salzauflöſungen zuzuſchreiben ſey. Biot bemerkt aber, daß vermöge der Natur des Strohhalmelektrometers, und vermöge der Art, wie Volta in beyden auf einander folgenden Verſuchen den Condenſator mit ſeinem Apparate in Verbindung gebracht habe, dieſer Verſuch manchem Irrthume ausgeſezt ſeyn müſſe. Die geringſte Verſchiedenheit in der Verbindung des Condenſators mit der Säule könne, wie er ſich durch Verſuche überzeugt habe, die Ladung des Condenſators durch dieſelbe Säule vom Einfachen bis zum Dreyfachen variiren machen. Selbſt nach Volta's Hypotheſe müſſe, wenn die Leitungsfähigkeit zunehme, in gleicher Zeit die Ladung des Condenſators größer werden, wofern man nicht in einem Momente das Maximum der Spannung erhalte. Daher auch hiernach der Verſuch unmöglich genau ſeyn könne. Dieß beſtätigte ſich auch durch den Erfolg, welchen Biot erhielt, nachdem er es endlich dahin gebracht hatte, unter ſich vergleichbare Reſultate zu erhalten.

Der Apparat, durch deſſen Hülfe er dieſes erreichte, war folgender: er ſetzte ſeinen Condenſator auf eine horizontale Metallplatte, welche ſich an dem Ende eines vertikalen und meſſingenen Stabes befand. Dieſer Stab ließ ſich an ein hölzernes mit Stanniol überzogenes Parallelepipedum feſt ſchrauben, auf welchem die elektriſche Säule frey, ohne Halt von der Seite, ſtand. So war alſo die untere Platte des Condenſators mit der unterſten Scheibe der Säule auf das vollkommenſte leitend verbunden. Auf die oberſte Platte

der Säule wurde eine kleine eiſerne Schaale mit Queck-ſilber geſetzt. Das Ende des flexibeln Stabes des Condenſators wurde ebenfalls mit Eiſen verſehen, und die Vorrichtung ſo getroffen, daß der Condenſator in gleicher Höhe mit jener Platte ſtand. Nun wurde das Ende des flexibeln Stabes mittelſt einer gefirnißten Glasſtange zum Queckſilber herabgedruckt, worauf man es ſogleich wieder zurückſchnellen ließ. So wurde der Condenſator auf eine Art geladen, welche Vergleichungen zuließ; immer kam er mit der Säule auf einerley Art in Berührung, und man hatte es in ſeiner Gewalt, dieſe Berührung eine längere oder kürzere Zeit dauern zu laſſen. Die Elektricität, mit welcher ſich der Condenſator hierbey lud, wurde mittelſt einer Coulombſchen elektriſchen Waage gemeſſen, und daraus wurden die Intenſitäten der Elektricität nach den Formeln berechnet, welche Coulomb für ſeinen Windungsapparat gegeben hat.

Mit Hülfe dieſer Vorrichtung fand Biot, daß Säulen, die in Allem bis auf den feuchten Leiter einander ähnlich waren, bey einer einfachen, ½ Sekunde dauernden Berührung ſehr verſchiedene Mengen von Elektricitäten hergaben. So z. B. gab eine Säule mit kohlenſaurem Kali gleich Anfangs ungefähr zwey Mal weniger Elektricität, als eine ganz gleiche mit ſchwefelſaurem Eiſen; bald aber nahm die Wirkung der letztern ab, und die Wirkung der erſtern zu. Aehnliche und zum Theil gleich große Verſchiedenheiten zeigten die übrigen Salzauflöſungen, der Kleber aus Mehl und andere Stoffe. So fanden ſich alſo durch die Erfahrung die obigen Erinnerungen gegen Volta's Verſuch bewährt.

Dieſer Unterſchied in der Ladung, welche die verſchiedenen Säulen zu gleicher Zeit und unter ganz glei-

chen

chen Umſtänden dem Condenſator mittheilen, laſſe ſich allerdings ſchon aus der Verſchiedenheit des Leitungsvermögens der feuchten Körper erklären. Allein eben ſo gut könnte er von der Oxydation, wenigſtens zum Theil, abhangen, welche die Metalle, vermöge der feuchten Leiter, erleiden. Biot ſuchte daher die Grenzen dieſer beyden Wirkungen mit Genauigkeit zu beſtimmen, um daraus auf den Antheil eines jeden an dem Erfolge ſchließen zu können, und hierzu diente ihm folgender Verſuch. Er errichtete auf einem iſolirenden Harzkuchen eine Säule aus 20 Plattenpaaren und aus Tuchſcheiben, die in einer Alaunauflöſung getränkt waren. Eine ſo kleine Säule wählte er aus dem Grunde, damit die Spannung in der iſolirten Säule ſo gut als unmerklich bliebe. Wurde die unterſte Platte der Säule berührt, und der Condenſator $\frac{1}{2}$ Sekunde lang mit der oberſten Platte in Verbindung gebracht, ſo erhielt man eine Repulſion von 90 Graden; folglich war der Apparat in vollkommener Wirkſamkeit. Ferner war er aufs beſte iſolirt; denn wurde während der Verbindung des oberſten Endes der Säule mit dem Condenſator das untere nicht berührt, ſo erhielt man kaum eine Spur von Elektricität. Ein Eiſendrath, welcher unter der unterſten Platte der Säule lag, wurde nun ſo gebogen, daß ſein anderes Ende das Queckſilber des eiſernen Schälchens, welches auf die oberſte Platte geſetzt war, berührte, und auch nun lud ſich der Condenſator nicht, man mochte das unterſte Ende der Säule berühren oder nicht; ein Beweis, daß die Schließung vollkommen war. Nun weiß man aber, daß unter dieſen Umſtänden der elektriſche Strom im Aeußern des Apparats circulirt, und daß die Oxydation dabey mit gleicher Lebhaftigkeit, als ſonſt, vor ſich geht. Entwickelt dieſe Oxydation da-

her Elektricität, ſo muß man ſie im Apparate finden, wenn die leitende Verbindung der beyden Enden der Säule wieder aufgehoben wird. Nach 2 Minuten wurde daher mit einem gefirnißten gut iſolirten Glasſtabe das obere Ende des Eiſendraths außer Verbindung mit dem obern Ende der Säule geſetzt, und nun ſogleich der Condenſator, wie gewöhnlich, angebracht, doch ohne daß man das untere Ende der Säule berührte. Er nahm keinen durch die elektriſchen Wage wahrnehmbaren Grad von Elektricität an; das untere Ende der Säule brauchte aber nur einen Augenblick berührt zu werden, ſo war er, wie zuerſt, auf 90° geladen; ein Beweis, daß der Mangel von wahrnehmbarer Elektricität in der iſolirten Säule nicht von einer zufälligen Veränderung in der Wirkſamkeit der Säule herrühren konnte. Der Drath hatte ſich von ſelbſt um den Fuß der Säule geſchlungen, und es konnte daher ſelbſt die kleine Menge von Elektricität nicht verloren gehen, die er vielleicht erlangt hatte.

Dieſen Verſuch hat Biot oft wiederholt. Man werde, ſagt er, ihm zugeben, daß er eine Repulſion von 2° gewiß würde wahrgenommen haben. Nun aber ſeyen die Intenſitäten der Elektricität in Coulomb's Wage ungefähr den Würfeln des Repulſionswinkels proportional. Folglich konnte ſich die Menge von Elektricität, welche durch die Oxydation während 2 Minuten hervorgebracht worden war, zu der geſammten Menge der in $\frac{1}{2}$ Sekunde in der Säule erzeugten Elektricität noch nicht einmal wie $2^3 : 90^3$ d. i. wie 1 : 90000 verhalten, daher der gleich inſtantane Effekt die Oxydation nicht $\frac{1}{20000000}$ der ganzen Elektricitätserzeugung ausmachen kann; ein Effekt, der auf keine Art wahrzunehmen iſt.

Müſſe

Müſſe auch gleich die Oxydation in Volta's Säule gewiß etwas Elektricität entwickeln; ſo ſey doch das Reſultat davon mit dem ganz unvergleichbar, was die Berührung heterogener Metalle, wenn dieſe durch Verbindung mit dem Boden ſtets genähert werden, hergebe.

Unterſuche man, was wohl die Phyſiker bewogen haben könne, einer ſo ſchwachen Urſache einen ſo großen Einfluß beyzulegen; ſo zeige ſich, daß es daran gelegen habe, daß ſie nicht gehörig unterſucht hätten, wie ſehr ſie ſich vermindern laſſe, ohne daß man dadurch die Menge der Elektricität, die in der Säule entwickelt werde, verringere. Biot bauete Säulen auf, in welchen geſchmolzener und ſorgfältig vor Feuchtigkeit verwahrter Salpeter die Stelle der feuchten Scheiben vertrat. Eine ſolche Säule gab eben ſo viel Elektricität, als Scheiben von Tuch, welche mit der wirkſamſten Salzauflöſung, z. B. mit Alaunauflöſung, getränkt ſind, nur daß der Condenſator $\frac{1}{2}$ Minute bedarf, um von einer ſolchen Säule aus 20 Plattenpaaren geladen zu werden; den Gang dieſer Operationen ſtellt eine logiſtica vor. Dieſe Unterſuchungen, welche mit der Theorie der Transmiſſion der Elektricität durch unvollkommene Leiter in Verbindung ſtehen, hat Biot indeß für eine andere Abhandlung verſpart.

Auch Buchholz in Erfurt [k]) ſtellte Verſuche mit Volta's Säule an. Ihm ſchien der Einfluß der Atmoſphäre auf die Wirkſamkeit der Säule, ſo wie auf Elektriſirmaſchinen, großen Einfluß zu haben. Sonſt glaubte Buchholz bemerkt zu haben, daß

k) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. IX. S. 48.

daß die Pole auf eine gewiſſe Weite am ſtärkſten, näher und entfernter aber ſchwächer wirkten. Als er reines deſtillirtes und ausgekochtes Waſſer anwendete, ſo erhielt er weder mit Golddräthen noch mit Silberdräthen eine Spur von Salzſäure oder Ammoniak. Daher war er geneigt, die vorgebliche Säure- und Alkalierzeugung zu läugnen.

Auf Volta's Veranlaſſung, welcher dem Prof. Pfaff auf ſeiner Rückreiſe von Paris einige Aufträge an van Marum in Haarlem mitgegeben hatte, wurden von dieſem im Beyſeyn des Prof. Pfaff[1]) mehrere Verſuche über die Ladung einer elektriſchen Batterie durch die Voltaſche Säule angeſtellt, wobey man ſich eines Bennetſchen Elektrometers bediente. Van Marum fand, daß eine Batterie von 24 bis 25 Flaſchen, jede von $5\frac{1}{2}$ Quadratfuß Belegung, jedesmal von einer augenblicklichen Berührung mit der Säule zu derſelben Spannung, welche die Goldblättchen des Elektrometers um $\frac{5}{8}$ Zoll auseinander trieb, geladen wurde. Hierauf unterſuchte man, wie die Batterie von $137\frac{1}{2}$ Quadratfuß Belegung durch Theile derſelben Säule geladen werden würde. Zu dem Ende war an der Zinkplatte jedes zwanzigſten Plattenpaars ein Häkchen angelöthet, an das man den iſolirten Drath, mittelſt deſſen man die Säule mit der Batterie in Verbindung brachte, mit Bequemlichkeit anbringen konnte. Da erſt am 40ſten Plattenpaare, von unten herauf gerechnet, eine Divergenz des Elektrometers beſtimmt wahrzunehmen war, ſo wurde hier die

1) Journal de medicine, chirurgie, pharmacie &c. p. *Corviſart*, *Leroux* et *Boyer* Tom. I. à Paris. an XI. Nivoſe. p. 351 &c. Gilbert's Annalen der Phyſik. B. VIII. S. 132. B. IX. S. 264. 398.

die Säule mit der Batterie zuerſt in augenblickliche Berührung geſetzt. Die Batterie fand ſich dadurch wieder bis zu derſelben Spannung wie die Säule geladen. Darauf wurde die Batterie mit dem 60ſten, 80ſten, 100ſten, 120ſten, 140ſten, 160ſten und 180ſten Plattenpaare auf einen Augenblick eben ſo in Berührung geſetzt; und immer fand ſich die Batterie bis zu derſelben Spannung geladen, welche das Plattenpaar am Elektrometer zeigte.

Da in jedem der metalliſchen Plattenpaare der Säule das Silber unten, der Zink oben lag, ſo hatte die Säule + E oben, und theilte dieſe der innern Belegung der Batterie mit, welche ſtets mit dem obern Ende der Säule in Berührung gebracht wurde. Hierauf ward die Säule umgekehrt, ſo daß das Silber der einzelnen Plattenpaare oben, der Zink unten war, und man wiederholte nun die vorigen Verſuche mit der ganzen Säule und in verſchiedenen Höhen derſelben. Auch ſo wurde ſtets die Batterie durch eine einzige Berührung bis zu der Spannung des Plattenpaars, mit dem ſie in Verbindung geſetzt wurde, gebracht.

Was den Schlag der durch die Säule geladenen Batterie betrifft, ſo war derſelbe nie ſo ſtark, als der des Theils der Batterie, welchen dieſe hergegeben hatte. Der Schlag einer von allen 200 Plattenpaaren der Säule geladenen Batterie wurde dem einer Säule von 100 Plattenpaaren gleich geſchätzt, und ſo war überhaupt der Entladungsſchlag der Batterie ungefähr immer ſo ſtark, als der von einer Säule von halb ſo vielen Platten, als die, womit die Batterie geladen worden war.

Endlich glückte es auch van Marum, das Waſſer durch den elektriſchen Strom aus ſeiner 31zölligen Elektriſirmaſchine zu zerſetzen. Er nahm nämlich eine äußerſt feine Thermometerröhre, deren innerer Durchmeſſer kaum $\frac{1}{100}$ Zoll betrug. In dieſe ſteckte er einen Eiſendrath, der ungefähr $\frac{1}{300}$ Zoll dick und 12 Zoll lang war, und verſchloß das Ende der Röhre ſo mit Siegellack, daß die Drathſpitze nur eben zum Siegellack hinausſah. Die ſo zubereitete Thermometerröhre wurde in eine viel weitere Röhre voll Waſſer durch den einen Endort, nach Art der Dräthe eines Gasapparats, hineingeführt, und alles Uebrige wie gewöhnlich beym Gasapparate der Voltaſchen Säule eingerichtet. Ließ er nun den kräftigen elektriſchen Strom der Scheibenmaſchine durch dieſen Apparat ſtrömen, indem er auf die Thermometerröhre eine Meſſingkugel, und dieſe 3 bis 4 Linien vom Leiter der Maſchine ſetzte; ſo erhielt er im Gasapparate eine faſt eben ſo ſchnelle Waſſerzerſetzung als durch eine Voltaſche Säule aus 100 Schichtungen.

Unterſuchungen über die genaue Wirkſamkeit der Säule ſtellte D. Heidmann m) in Wien an, und zog daraus folgende Reſultate:

1. Daß die Wirkſamkeit einer Säule im Verhältniß ſteht mit der Berührung der dazu angewandten Metallplatten unter einander. Um dieſes genau zu beſtimmen, nahm er 40 runde Kupferplatten, und eben ſo viel gleich große Platten aus einer Miſchung von Zink und Zinn, 3 Zoll im Durchmeſſer; er ſetzte dann ſeine Säule mit Leinwandlappen, die in Salzwaſſer angefeuchtet wurden, wie gewöhnlich zuſammen, und beſtimmte ihre Wirkſamkeit nach der Stärke des

m) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. X. S. 50 u. f.

des Erſchütterungsſchlags, der Funken, Anziehung u. ſ. f. Um die Berührung ſo viel möglich vollkommen zu machen, hatte er eben ſo viel gleich große Kupferplatten, jede mit einer Platte von jener Zuſammenſetzung aus Zink und Zinn, durchs Verzinnen mit einander verbinden laſſen, ſo daß nun ſtets eine Kupfer- und Zinkplatte nur eine einzige ausmachten. Aus dieſen ſchichtete er nun eine Säule auf, und fand ihre Wirkſamkeit um mehr als die Hälfte vermehrt. Er wählte zu den Zinkplatten eine Miſchung aus gleichen Theilen Zink und Zinn, weil ſie dadurch an Wirkſamkeit nichts verlieren, aber leichter zu behandeln und viel eher zu reinigen ſind.

2. Daß die Wirkſamkeit eines ſolchen Apparats im Verhältniß ſteht mit der Waſſerzerſetzung in den angefeuchteten Papier-, Leinwand- und Tuchlappen, und mit der Oxydation der Metalle an ihrer Oberfläche zwiſchen zwey ſolchen vereinigten und aufgeſchichteten Metallplatten. Die Oxydation ließ ſich ſchon nach $\frac{1}{4}$ Stunde an beyden Flächen der Metallplatte wahrnehmen, und daß eine Zerſetzung des Waſſers vorgehe, beweiſe das Entſtehen der Luft- und Waſſerblaſen, welche bey einer ſtarken Wirkſamkeit der Säule zwiſchen den beyden Metallplatten deutlich hervortreten, und ſich nicht ſelten, wenn die Säule lange ſteht, als Schaum anhäufen. Er wählte, um dieſen chemiſchen Veränderungen freyen Lauf zu laſſen, Platten von 3 Zoll Länge und Breite, d. i. von 9 Quadratzoll Flächeninhalt.

3. Daß die Dauer der Wirkung und der Erzeugung einer elektriſchen Flüſſigkeit gleich iſt der Dauer der Zerſetzung des Waſſers und der Oxydation der Metalle in jeder Schicht, und daß daher auch hier die Elektricität als bloßes Produkt dieſer chemiſchen Veränderun-

änderungen anzuſehen iſt. Denn alle Wirkung hört auf, ſo wie die Oberflächen der Metallplatten gänzlich oxydirt, oder die angefeuchteten Tuchlappen trocken werden.

4. Daß die Geſtalt der Metallplatten auf die Stärke und Dauer der Wirkſamkeit eines ſolchen Apparats nicht den geringſten Einfluß hat. Er ließ ſich anfangs runde, dann aber viereckige Platten verfertigen, weil dieſe letztern ihrer Geſtalt wegen leichter aufgeſchichtet werden können.

5. Daß die Salzauflöſungen zur Befeuchtung der Leinwand-, Papier- oder Tuchlappen deshalb vor dem bloßen Waſſer den Vorzug verdienen, weil ſie die Zerſetzung des Waſſers und die Oxydation der Metallflächen durch ihre vermehrte Anziehungs- oder Leitungskraft begünſtigen, und dadurch die ganze Wirkſamkeit der Säule erhöhen. Daher ſind die Auflöſungen metalliſcher Salze am wirkſamſten; allein die Wirkung läßt in dieſem Falle auch viel früher nach. Uebrigens ſcheine auch die Zerſetzung der angewandten Salze dabey einigen Einfluß zu haben, welches ſich an dem Ammoniakgeruche bey der Anwendung des Salmiaks erkennen laſſe, und aus der halbkauſtiſchen Soda, die ſich bey Anwendung des Kochſalzes zwiſchen den Metallplatten heraus kryſtalliſirte, nachdem er ſeinen Apparat von 200 ſolchen Platten 14 Tage hindurch hatte ſtehen laſſen, und dann dieſes Salz und die Oxyde beyder metallenen Oberflächen unterſuchte.

6. Daß die durch einen ſolchen Apparat erzeugte elektriſche Flüſſigkeit von ähnlicher Natur iſt, als die durch andere künſtliche Maſchinen hervorgebrachte Elektricität; bloß ein höherer Grad von Zerſetzbarkeit und eine trägere Anziehungskraft ſind ihr ausſchließlich eigen. Um dieß aus der Aehnlichkeit der Wirkungen

kungen zu beſtimmen, war er bemüht, dadurch Waſſer zu zerſetzen, entzündliche Körper, z. B. Phosphor, Schwefel, Schießpulver u. ſ. f. zu entzünden, das Anziehen leichter Körper zu beobachten, Metalle zu verbrennen, z. B. Gold, Silber, Zinn, Kupferblättchen und Dräthe, den Condenſotor und die Leidner Flaſche zu laden u. ſ. f.

7. Daß er auch hier keinen Unterſchied von poſitiver und negativer Elektricität an der Kupfer- und Zinkſeite wahrzunehmen im Stande war. Alle Unterſchiede in Rückſicht der Wirkungen und Erſcheinungen auf der Kupfer- und Zinkſeite ließen ſich darauf zurückführen, daß die Kupferſeite, wegen ihrer größern Anziehungs- und Leitungskraft zur elektriſchen Flüſſigkeit, eine größere Menge von der hier erzeugten Elektricität aufnehme, welches ſich aus dem ſtärkern Anziehen, einem heftigern Schlage, und aus vielen andern Erſcheinungen auf dieſer Seite deutlich wahrnehmen laſſe.

8. Daß dadurch die Lehre von der Natur oder den Beſtandtheilen des Waſſers nach dem heutigen Syſtem der Naturforſcher, welche es aus Sauerſtoff und Waſſerſtoff beſtehen laſſen, eine neue Beſtätigung erhält. Er erfand hierzu eine eigene Vorrichtung. Golddräthe werden, bloß ihrer ſchweren Oxydirbarkeit wegen, von der gewöhnlichen Wirkſamkeit einer ſolchen Säule auf der Zinkſeite nicht oxydirt, und geben hier den zweyten Beſtandtheil des Waſſers, den Sauerſtoff. Als er bey einer Säule aus 300 Platten auf der Zinkſeite ſtatt eines Golddraths ein dünnes, rundes, mit reinen feinen Goldblättchen überzogenes Stück Holz anwandte, entwickelten ſich auf dieſer Seite nur ſehr wenig Luftblaſen, und nach einer Stunde war das Goldblättchen ſchon gänzlich oxydirt und

dieſes

dieſes Oxyd tief in das Holz eingedrungen. Die Menge des auf dieſer Seite entwickelten Gas war ſehr geringe.

Wollaſton, D. der Medicin zu London, ſuchte durch einige Verſuche zu erweiſen, daß die Oxydirung der Metalle die Urſache der elektriſchen Erſcheinung, und nicht eine Wirkung der Elektricität ſey.

Nach Prieſtley iſt alles, was vom Zink im metalliſchen Zuſtande in der Säule zurückbleibt, und alles, was mit dem Zinkende der Säule in Verbindung ſteht, mit Phlogiſton überſättigt, während der Theil, der ſich verkalkt, und was mit dem Silberende der Säule in Verbindung ſteht, des Phlogiſtons beraubt iſt. Daher iſt jenes in einem poſitiven, dieſes in einem negativen Zuſtande, in Rückſicht des Phlogiſtons; und aus den Verſuchen mit Volta's Säule ſcheine zu folgen, daß es einerley Ding als poſitive und negative Elektricität iſt, ſo daß das elektriſche Fluidum und Phlogiſton entweder daſſelbe ſind, oder doch in ſehr naher Verbindung ſtehen. Das Silber ſcheine hauptſächlich als ein Leiter der Elektricität zu wirken; denn es werde in dieſem Prozeſſe bloß an der Oberfläche hier und da geſchwärzt, wahrſcheinlich von dem Phlogiſton, das es an dieſen Stellen vom Zink erhalte. Das Waſſer ſey hierzu weſentlich nothwendig, weil es an der Gewichtszunahme des Metallkalks den größten Antheil habe, wo es ihn nicht ausſchließlich bewirke. Dieſem entſprechend habe er im Zinkkalke nichts als Waſſer gefunden, ob es gleich wahrſcheinlich ſey, daß er eine geringe Menge von Oxygen enthalte.

Die Verſuche begünſtigten die Hypotheſe zweyer Elektricitäten: der poſitiven, die Oxygen, und der negati-

negativen, die Phlogiſton enthalte. Verbunden mit Waſſer ſchienen ſie die beyden entgegengeſetzten Arten von Luft zu bilden, nämlich Lebensluft und brennbare Luft.

Er ſehe aber keinen Grund, mit Volta irgend eine Circulation der elektriſchen Materie in der Säule anzunehmen. Die Verkalkung des Zinks gebe ſo lange als ſie daure immerfort Phlogiſton her; höre ſie auf, ſo ſey ſogleich die Wirkung der Säule zu Ende. Auch ſehe er die Nothwendigkeit nicht ein, warum das eine Ende der Säule Silber, das andere Zink ſeyn ſollte; die Operation ſey gerade dieſelbe, wenn beyde Enden Silber oder beyde Zink ſind, und er könne nicht begreifen, warum es nicht ſo ſeyn ſollte.

Tourdes zu Straßburg wollte bemerkt haben, daß der fibröſe Theil des Bluts, der Voltaſchen Säule bey einer Temperatur von 30° Reaum. ausgeſetzt, in Zitterungen gerathe, wie das Fleiſch erſt getödteter Thiere, und durch die Loupe eine doppelte zuſammenziehende und ausdehnende Bewegung zeige, welche als Zeichen der Lebenskraft für die Vitalität des Bluts entſcheidend zu ſeyn ſcheine.

Der Prediger Marechaux zu Weſel wendete Waſſerbley zu Säulen von 200 Plattenpaaren an. Auch gab er eine eigene Einrichtung eines Galvanometers an. Hierzu gebrauchte er zwey 7 bis 8 Zoll lange Stücke von Barometerröhren, die eine nicht ganz $\frac{3}{4}$, die andere 1 Linie weit. Dieſe Röhren ſtehen vertikal auf einem dazu eingerichteten Fußgeſtelle und Fuß, und ein Meſſingdrath von Nro. 12. macht die Verbindung zwiſchen der zu zerſetzenden Waſſerfläche und dem Hydrogenpole. An beyden Röhren iſt die Einrichtung die-

dieſelbe, und in einem Augenblicke ſind ſie voll Waſſer und luftdicht. Die Skale iſt nach Linien, 10 auf 1 rheinländ. Zoll, eingetheilt, und jede Linie 1 Grad.

Marechaux ging davon aus, daß die waſſerzerſetzende Kraft der Säule ſtets im Verhältniß mit ihrer abſoluten elektriſchen Kraft ſtehen müſſe, wie beyde auch im übrigen von einander abhängen mögen. Wollte man dieſes auch noch nicht zugeben, ſo bliebe es doch immer wahr, daß eine Säule, die mehr Waſſer zerſetze oder mehr Waſſerſtoffgas erzeuge, in dieſer Hinſicht ſtärker ſey, als eine andere, die weniger gäbe. Um alles zu entfernen, was einige Unterſchiede erzeugen konnte, richtete er ſein Inſtrument ſo ein, daß er zum Produkte, ſo viel ſich ſolches thun ließ, nur Waſſerſtoffgas erhielt; dieß allein gab ihm das Maaß der Kraft der Säulen an.

Ehe er das Inſtrument mit einigem Erfolge brauchen konnte, mußte die Entfernung beſtimmt werden, in welcher die beyden Gas und Oxyd erzeugenden Spitzen ihr Maximum von Wirkſamkeit äußern. Waren die Entfernungen beyder Spitzen
8‴, 5‴, 3‴, 1‴; ſo ergaben ſich dieſe Reſultate
16°, 21°, 24°, 23°.
3 Linien war der Abſtand, den er wählte, um nicht durch allzugroße Nähe ein zu großes Ueberſtrömen des Oxygens zu veranlaſſen.

Auch D. Reinhold in Leipzig beſchäftigte ſich mit Verſuchen der Säule. Er war vorzüglich bemüht, die eigentliche Grundkette der wirkſamen Säule aufzufinden. Er ſuchte beweiſende Verſuche anzugeben, daß die Zinkſeite die oxydirende ſey, und nicht, wie es ſcheinen möchte, die Silberſeite. Daher prüfte er

die einfache Kette, ſo wie dieß ſchon Ritter gethan hatte. Nach Reinhold ſoll es nicht ſchwer ſeyn, Zuckungen ohne Kette hervorzubringen, und zwar an den Polen beträchtlicher Säulen, am — Pol bey der Trennung, am + Pol bey der Schließung.

Reinhold gründete eine Theorie der Säule auf die Vertheilung der Elektricität. Er geht davon aus, daß zwey heterogene Metalle durch wechſelſeitige Berührung, das oxydirbarere + E, das andere — E bekomme, und daß, wenn eine Elektricität einzeln abgeleitet wird, die andere ſogleich die doppelte Größe erlangt. Kommt nun eine oder beyde der durch zwey feſte Leiter erzeugten Elektricitäten mit einem feuchten, weniger vollkommenen Leiter in Verbindung, ſo können ſie durch ihn nicht abgeleitet werden, ſondern wirken darauf vertheilend, und bringen an den Berührungspunkten die ihrige, an den gegenüberliegenden die dieſer entgegengeſetzte Elektricität hervor.

Dieſe ſeine Theorie zu prüfen ſtellte er ſowohl mit Stengeln blühender Blumen und Blumenblättern Verſuche an, als auch mit Metallen, und ſchloß beſtändig daraus auf Vertheilung der Elektricität. Allein ſeine Theorie ſcheint doch nicht deutlich genug auseinander geſetzt zu ſeyn, und es mangelt ihr durchaus noch an hinlänglichen Beweiſen.

Auch fand Reinhold durch Verſuche mit einem Goldblattelektrometer und Erhitzung der Dräthe, daß Wärme die Kraft der Säule, wenigſtens die Wirkung auf das Elektrometer, vermehre.

Dem D. Erdmann [n]) in Wittenberg ſchien es vorzüglich wichtig zu ſeyn, genauere Verſuche in Hinſicht der

n) Diſſ. inaug. utrum aqua per electricitatem columnae

der Waſſerzerſetzung mit der Voltaſchen Säule anzuſtellen. Zu dieſer Abſicht füllte er eine doppelſchenklichte graduirte Röhre mit 4 Gran deſtillirtem Waſſer, worin, um die Leitungsfähigkeit deſſelben und dadurch die chemiſche Wirkung zu erhöhen, etwas Kochſalz aufgelößt war, führte von beyden Seiten meſſingene Enddräthe einer Zinkſilberſäule von 40 Lagen hinein, und verklebte die Oeffnungen der Röhre mit etwas Wachs, ſo daß der atmoſphäriſchen Luft der freye Zutritt verſperrt wurde, indeß die erzeugten Gasarten dadurch entweichen konnten. Nachdem dieſer Apparat einige Stunden geſtanden hatte, wobey der — Drath einen lebhaften Gasſtrom ausſtieß, und der + Drath ſich immer ſtärker mit einem grünlichen Oxyd umgab, fing das Waſſer an allmählich abzunehmen, und nach 24 Stunden war es ſo weit verſchwunden, daß in der Röhre weiter nichts als ein feuchtes Meſſingoxyd übrig zu ſeyn ſchien. Das noch vorhandene Waſſer konnte höchſtens $\frac{1}{3}$ Gran betragen. Daß an dieſem Verſchwinden des Waſſers das bloße Verdunſten nicht ſchuld ſeyn konnte, zeigte ein Gegenverſuch außerhalb der Kette, wo ſich das Waſſer in 24 Stunden durch Verdunſten nicht ſichtbar verminderte. Daß auch nicht das Gas, welches ſich entwickelte, aus der Säule ſelbſt ausgetrieben wurde, und nur bey ſeinem Durchgange durch das Waſſer dieſes auflößte und fortnahm, dafür bürgt der Umſtand, daß kein Oxygengas, welches allerdings eine beträchtliche Menge Waſſer aufzulöſen vermag, mit ins Spiel kam, und daß alles entbundene Waſſerſtoffgas, wie ſich aus andern Verſuchen ſchließen ließ, kaum 0,11 Gran wiegen konnte. Offenbar mußte alſo das Waſſer verwendet wor-

a celeb. *Volta* inventae in elementa ſua diſſolvatur? Witteb. 4. 1802.

worden ſeyn, um das Oxyd und das Waſſerſtoffgas bilden zu helfen.

Er wiederholte dieſen Verſuch mit 1 Gran reines Waſſer, in welches an der + Seite ein Golddrath, an der — Seite ein Meſſingdrath hinabging, die mit einer Säule aus 80 Lagen verbunden wurden. Auch hier hatte ſich das Waſſer nach einigen Stunden etwas, und nach 30 Stunden bis auf etwa 0,2 Gran vermindert.

Hiernächſt bediente ſich Erdmann eines Glasgefäßes von einer Kugelgeſtalt mit einem cylindriſchen Halſe, welches er an zwey gegen einander über ſtehenden Seiten durchbohrt, über dieſe zwey Oeffnungen Korkſtücke gekittet, durch dieſe zwey zugeſpitzte Golddräthe geſteckt, ſo daß ihre Spitzen nur um 1 Linie von einander abſtanden, und Kork, Metall und Glas da, wo ſie an einander ſchloſſen, mit Siegellackfirniß luftdicht überzogen hatte. Hierauf füllte er das Glas bis an den Hals mit friſch deſtillirtem Waſſer, wovon es genau $5\frac{2}{3}$ Drachmen hielt, verſchloß es mit einem Korkſtöpſel, durch den ein gekrümmtes Haarrohr ging, und verſtrich auch hier alle Ritzen mit Siegellackfirniß. Dieſer ganze Apparat wog mit dem Waſſer 648 Grän. Nachdem nun derſelbe mit einer Säule in Verbindung gebracht wurde, ſo entwickelte ſich ſogleich an beyden Golddräthen, ſo weit ſie ſich im Waſſer befanden, Gas, vorzüglich an den Spitzen, und zwar am Drathe vom negativen Pole mehr, als an dem vom poſitiven Pole. Zugleich zeigte ſich eine beſondere Erſcheinung. Die Gasbläschen ſtiegen nicht ſenkrecht auf, ſondern alle Ströme Sauerſtoffgas ſchienen während der ganzen Dauer des chemiſchen Prozeſſes nach der Richtung der Spitze vorwärts, die Ströme Waſſerſtoffgas

dagegen von der Spitze zurückgetrieben zu werden, und das beſonders von den Spitzen. Nach einigen Stunden war der poſitive Golddrath wie mit einem weißlichen Spinngewebe bedeckt, der negative dagegen mit einem ſchwärzlichen Pulver überzogen.

Als nach 40 Stunden ſich bey 10° Reaum. Temperatur genau 6 Cubikzoll Gas angeſammelt hatten, nahm er das Gefäß aus der Kette der Säule. Das Glasgefäß ſammt dem Waſſer darin und der gehörig abgetrockneten Entbindungsröhre wog nun 647 Grän, hatte alſo 1 Grän am Gewicht verloren.

Von dem aufgefangenen Gas ließ er 1½ Cubikzoll in eine andere Röhre ſteigen, und brachte mittelſt eines Metalldraths 2 Gran Phosphor hinein. Dieſer hatte in 24 Stunden den Luftraum ſo vermindert, daß er kaum mehr als 1 Cubikfuß betrug, ſo daß ungefähr ⅓ des erhaltenen Gas aus Sauerſtoffgas beſtand. Als er darauf das übrige aufgefangene Gas durch einen elektriſchen Funken entzündete, verſchwand es faſt ganz. Der ſehr geringe Rückſtand von Gas war höchſt wahrſcheinlich Stickgas, das aus dem Waſſer des Cylinders aufgeſtiegen war. So konnte er alſo überzeugt ſeyn, daß Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas ſich hier in demſelben Gewichtsverhältniß von 85 : 15 entwickelt hatten, worin ihre ponderabeln Grundſtoffe, nach Lavoiſier's Meinung, das Waſſer bilden. Dieß ſtimmte ziemlich genau mit dem Gewichtsverluſte des Waſſers zuſammen.

Nach Erdmann's Hypotheſe ſtrömt die elektriſche Materie vom poſitiven Drathe in das Waſſer, und bindet den Waſſerſtoff, weil ſie damit näher als mit dem Sauerſtoffe verwandt iſt. Hierdurch wird der

der Sauerſtoff als Gas frey; der Waſſerſtoff ſtrömt nun, mit der elektriſchen Materie verbunden, zu dem andern Drathe hin, wo er als Gas frey wird, indem die elektriſche Materie in den Drath hineinſtrömt. Tromsdorf'en ſcheint es, als wenn man dann der Wahrheit am nächſten ſeyn würde, wenn man annähme, daß eine doppelte Wirkung auf jeder Seite vorgehe, wobey die Strömung von der Sauerſtoffſeite freylich die Richtung beſtimme; daß aber die Zerſetzung durch das ganze Continuum des feuchten Leiters fortgehe, ſo daß, um für die gemeinſte Sinnlichkeit anſchauend zu ſprechen, immer ein Theil den nächſtfolgenden zerſetze, bis die Zerſetzung durch eine Spitze gehemmt werde, wobey alsdann die andere Gasart frey werden muß. Daß hierzu, um als Spitze zu dienen, nicht gerade Metalle nöthig ſeyen, beweiſe übrigens die faſt gewiſſe Polarität organiſcher Subſtanzen, welche Polarität dieſe letzten, z. B. Muskelfaſern, als Zwiſchenleiter in der Säule auf dieſelbe Art, wie die Metalle, zu erhalten ſchienen.

Nach Parrot *) zerfällt die Theorie der Voltaſchen Säule in zwey Haupttheile: eine Theorie der Entſtehung und Uebertragung der beyden Elektricitäten durch alle Platten hindurch von einem Ende der Säule zur andern; und eine Theorie der durch Galvaniſche Elektricität bewirkten Waſſerzerſetzung. In Anſehung der erſtern nimmt Parrot folgende Lehrſätze an:

1. In der Voltaſchen Säule hat der Druck als Druck einen weſentlichen Einfluß. Für einen gegebenen Grad von Näſſe der Pappen gibt es nur einen Grad des

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XII. S. 50 f.

des Drucks, der das Maximum der Intenſität der Wirkung erzeugt.

2. Die Oxydation der Platten in der Säule iſt die Urſache, nicht die Wirkung der elektriſchen Phänomene der Säule.

3. Die elektriſchen Stoffe in der Voltaſchen Säule ſind dieſelben, als die der gewöhnlichen Elektricität.

4. Der Hauptunterſchied zwiſchen den Galvaniſchen und gewöhnlichen elektriſchen Phänomenen kommt von dem Unterſchiede in der Erregungs- und Fortpflanzungsweiſe her.

5. Die elektriſchen Stoffe ſind verſchiedener Modifikationen fähig, welche ihren Urſprung in den wägbaren Stoffen haben, woraus ſie excitirt werden.

6. Die Fortpflanzung der Elektricität von einem Ende der Säule bis zum andern geſchieht bey ſtarken Ladungen und vielen Platten mit Verluſt.

7. Für die Anzahl der Platten gibt es ein Maximum der Intenſität, das durch keine Plattenzahl überſchritten werden kann. In Rückſicht auf die Plattengröße ſind die Grenzen der Intenſität nicht zu beſtimmen.

8. Die Gegenwart des atmoſphäriſchen Oxygens befördert und erhöht die Wirkung der Säule.

9. Eine Veränderung, welche man will, an einer oder zwey Lagen in einer großen Säule macht keine merkliche Aenderung im Reſultate. Ein iſolirender Körper zwiſchen den beyden Leitern in die Säule geſteckt, hebt alle Wirkung auf.

10. Wenn man eine namhafte Anzahl Platten umkehrt, d. h. in verkehrter Ordnung in die Säule einſetzt; ſo verhält ſich der dadurch entſtehende Verluſt

etwa wie die doppelte Anzahl der umgekehrten Plattenpaare.

11. Eine Folge mehrerer heterogenen Metalle, die einander berühren, als elektriſche Kette gebraucht, iſt für kleine Grade von Elektricität ein vollkommener Iſolator. Hingegen iſt eine Folge von eben ſo vielen, aber homogenen Metallſtücken, für dieſelben Grade ein guter Leiter.

12. Die Eigenſchaft der Metalle, ſich ſchnell im Waſſer zu oxydiren, iſt im umgekehrten Verhältniß der Leitungsfähigkeit für die Elektricität.

13. Die Intenſität in der Wirkung der Voltaſchen Säule iſt um ſo größer, je entfernter die beyden Metalle von einander in der Reihe der Leitungsfähigkeit der Metalle ſind.

Demnach iſt die Voltaſche Säule eine Folge von Metallen, welche einander an der trockenen Seite berühren, an der naſſen aber als Leiter dienen. Die Uebertragung beyder Elektricitäten von einer Platte zur andern geſchieht durch Vertheilung vermöge dieſer alternativen Iſolirungen und Leitungen, und zwar auf folgende Art: So oft eine Subſtanz ihre Form verändert, entſteht Elektricität. Dieſer Satz wird durch alle Erfahrungen beſtätigt. Der berührende feſte Theil hat — E, der flüſſig gewordene + E, und umgekehrt, wenn der Körper aus dem flüſſigen Zuſtande in den feſten tritt. Tritt er aus dem tropfbarflüſſigen in den elaſtiſchen Zuſtand, ſo hat die zurückgebliebene Flüſſigkeit oder das Gefäß — E, das Gas + E.

Das Waſſer zwiſchen den Platten der Säule wird durch die Verwandtſchaft zu den Metallen zerſetzt; das Oxygen deſſelben wird feſt, und das Hydrogen elaſtiſch-flüſſig. Folglich entſteht auf der Oberfläche je-

der ſich oxydirenden Platte die doppelte Elektricität. Die Platte erhält — E, das Gas aber + E. Die Schicht des Oxyds, welche entſteht, muß im dem Augenblicke ihrer Entſtehung als ein Iſolator beyder Elektricitäten angeſehen werden, ſonſt würden ſie ſich wechſelſeitig binden, welches nicht geſchieht. Jede ſchnelle Oxydation eines Metalls erweiſt dieſes, wo beyde E erzeugt werden, das — E im Metalle, das + E in der aufgegoſſenen Säure. Eine Wahrheit, welche den Grund zu D. Oerſtedt's galvaniſchem Apparat liefert.

Das Einreißen und Wiederaufbauen der gewöhnlichen Voltaſchen Säule iſt beſonders bey ſolchen Verſuchen, die eine lange Einwirkung der Säule erfordern, ſehr unangenehm. Deßwegen hatte Cruikſhank ſeinen Trogapparat erfunden; allein Erdmann p) bemerkt, daß beym Gebrauch deſſelben folgende Unbequemlichkeiten eintreten: 1. er kann nicht ſo leicht verkleinert und vergrößert werden, als die Säule, weil er ein zuſammenhängendes Ganzes bildet; 2. die Flüſſigkeit bahnt ſich leicht einen Weg aus einem Fache in das andere, und ſchwächt auf dieſe Art die Wirkung, ohne daß man es ſogleich entdeckt; 3. Es kann kein Plattenpaar herausgenommen werden, ohne den ganzen Apparat mehr oder weniger unbrauchbar zu machen. 4. Iſt er ſehr koſtbar, wenn er genau gearbeitet werden ſoll. Erdmann ſuchte daher einen zwar ähnlichen Apparat, der aber von dieſen Fehlern frey wäre, aufzuſtellen. Er nahm hierzu 60 Zink- und eben ſo viele Kupferplatten in Quadratform mit ſtumpfen Ecken, 14''' breit, und feilte in jede der erſtern am Rande eine kleine runde Rinne. Darauf ſchnitt er von ganz dünner Pappe 60 Rahmen 1''' breit

p) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XII. S. 458 f.

breit aus; dieſe wurden von einer Auflöſung von Maſtir und Sandarac in Terpentinöl getränkt, ſodann auf die Zinkplatten dergeſtalt gelegt, daß die offene Seite des Rahmens mit der Seite der Zinkplatte zuſammentraf, auf welcher ſich die Rinne befand. Endlich wurde eine Kupferplatte darauf gelegt, und mit der Zinkplatte ſo lange zuſammengepreßt, bis der Lack in dem zwiſchenliegenden Rahmen trocken war. Auf dieſe Art entſtand aus zwey heterogenen Metallen ein Behälter oder eine Kapſel, die zur Aufnahme von einer ſehr dünnen Waſſerſchicht geſchickt war. Um derſelben noch mehr Feſtigkeit zu geben, und um ſie ſogleich zu iſoliren, überzog er den Rand noch einmal mit dem erwähnten mit Zinnober vermiſchten Oellack. Hiernächſt nahm er einen viereckigen Kaſten von Birnbaumholz zur Aufnahme der Platten, deſſen Länge im Lichten 5″, ſeine Breite $2\frac{1}{2}''$ und ſeine Tiefe 14″ betrug. In der Mitte war er durch eine Scheidewand der Länge nach in 2 gleiche Fächer getheilt, deren jedes genau eine Schicht von 30 der beſchriebenen Kapſeln zu faſſen im Stande iſt. Die innere Fläche des Kaſtens iſt durchaus ſtark lackirt, und in der einen Seitenwand ſind 2 Schrauben von $3\frac{1}{2}''$ Länge angebracht, durch beyde geht der Länge nach ein Drath hindurch, welcher oben am Kopfe der Schraube in ein rundes Oehr zuſammengebogen iſt, an dem andern Ende aber in ein rundes Meſſingſcheibchen übergeht. In der gegenüberſtehenden Wand ſind zwey ebenfalls mit einem Oehre verſehene Meſſingdräthe befindlich, von welchen der eine mit einer in Siegellack eingeſenkten Zinkplatte, der andere aber mit einer Kupferplatte in Verbindung ſteht.

Die Wirkungen dieſes Apparats waren ungemein groß; denn die Empfindungen, die er verurſachte, und

 die

die Funken, die er bey Schließung der Kette gab, waren ſtärker, als die von einem gewöhnlichen Apparate mit noch einmal ſo vielen Lagen. Bey Vergleichung deſſelben mit der gewöhnlichen Voltaſchen Säule und mit dem Cruikſhankſchen Apparate zeigte er vor beyden unverkennbare Vorzüge, weil er die Vortheile beyder in ſich vereinigte, ohne ihre Fehler zu haben.

Auch der Prof. Hauff in Marburg [q]) bemühte ſich, eine Vorrichtung aufzufinden, bey welcher ihre Kraft ungeſchwächt und ununterbrochen, gleich einem Automate, fortdaure. Er bemerkt, es ſey leicht einzuſehen, daß es darauf ankommen würde, zwey heterogene Metalle und einen flüſſigen Leiter ſo in ein Ganzes zu vereinigen, daß jede Schicht für ſich beſtünde, und ſich doch mit den übrigen ohne Weitläufigkeit zu einer Säule vereinigen ließe, und daß man überhaupt die Flüſſigkeit immerfort erneuern, aber mit andern Flüſſigkeiten ohne Schwierigkeit vertauſchen könne. Seine Einrichtung hat viele Aehnlichkeit mit dem Cruikſhankſchen Trogapparate. Dabey bemerkt er, daß man die Wirkſamkeit dieſes Apparats zum wenigſten bis auf das Dreyfache dadurch erhöhen könne, daß zwiſchen die Glieder der Galvaniſchen Reihe eine zweyte, aus unverbundenen Platten von denſelben heterogenen Metallen, aber ohne feuchten Leiter, zuſammengeſetzt, eingeſchoben wird, ſo daß die Ordnung folgende iſt: (Zink, feuchter Leiter, Kupfer), Zink, Kupfer, (Zink, feuchter Leiter, Kupfer), Zink, Kupfer u. ſ. f., wo die durch das Zeichen () verbundenen Glieder der Hauptreihe ein Continuum ausmachen.

Volta,

q) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XV. S. 77 f.

Volta, welcher von dem Hauffſchen Apparate eine vollſtändige Beſchreibung durch Boeckmann in Carlsruhe erhielt, urtheilt von demſelben, daß er ihm zu ſehr zuſammengeſetzt ſcheine, und ſchwerlich ausführbar ſey. Außerdem könne er kaum glauben, daß er diejenigen Vortheile gewähre, die man davon verlange, oder daß er mehr leiſte, als ſein Becherapparat, womit er überhaupt ſehr viele Aehnlichkeit beſitze; auch gleiche er dem Trogapparate der Engländer. Der einzige ihm eigenthümliche Vortheil möchte darin beſtehen, daß die eingeſchloſſene Flüſſigkeit wenig oder keiner Verdunſtung unterworfen ſey, welches man aber auch leicht in ſeinen Glasbechern bewirken könne, indem man das Salzwaſſer mit einer Oelſchicht bedecke.

Uebrigens behalte weder der Becher- noch Trogapparat ſeine Wirkung Wochen- oder ganze Monate lang, ſondern vorzüglich nur an dem erſten Tage ſeiner Erbauung. Die Oxydirung der Metalle, beſonders des Zinks, und die Veränderung, der die Salzauflöſung unterworfen ſey, ſchwächten ſehr den Effekt, und man könnte ihn nur dadurch zu ſeiner anfänglichen Stärke bringen, daß man die Metallplatten reinige, und die ſalzige Flüſſigkeit erneuere. Es ſcheine ihm, daß das nämliche auch bey dem Hauffſchen Apparate ſtatt haben müſſe, welcher dann um ſo mehr Mühe und Arbeit zur Reinigung, als ſein Becherapparat, erfordere.

Auch müſſe er bemerken, daß das, was eigentlich ein Element einer Säule, oder eine Schichtung ſey, nicht aus einer Feuchtigkeit mit zwey umgebenden verſchiedenen Metalle beſtehe, ſondern daß ſolches vielmehr zwey ſich wechſelſeitig berührende Metalle ſeyen, wodurch ſie zu einer Säule würden, auf dem ein feuchter Körper liege, der etwa als einfacher Leiter wirke,

d.

d. h. wenig oder gar nicht als Erreger, worüber ſeine Verſuche allen Zweifel gehoben hätten. Fange daher die Hauffſche Batterie ſo an, Kupfer, Cylinder mit Salzauflöſung, Zink, Kupfer, Salzauflöſung u. ſ. f. ſo wären Kupfer und Salzauflöſung, womit ſie anfange, ganz überflüſſig. Was endlich die Schichtungen zwiſchen Kupfer und Zink, von Zink und Kupfer, ohne Feuchtigkeit betreffe, ſo begreife er nicht, wie dieſes die Wirkung der Batterie überhaupt vermehren, geſchweige denn um das Dreyfache verſtärken könne; und ſeine bereits angeſtellten Verſuche zeigten ihm, daß eine ſolche Einſchaltung ohne Vortheil ſey. Dadurch wolle er indeſſen eine Sache nicht durchaus für unmöglich halten, weil er die Theorie davon nicht einſehe, oder weil ſie gegen ſeine Ideen ſey, bis er die völlige Unrichtigkeit durch eine hinlängliche Reihe von Verſuchen werde dargethan haben, die er mit aller Genauigkeit anſtellen wolle.

Endlich haben es auch ſelbſt Einige unternommen, das galvaniſch-elektriſche Fluidum durch große Weiten, durch Flüſſe, Seen u. dgl. zu leiten. Baſſe in Hameln ſtellte dergleichen Verſuche mit einer Säule aus 70 zweyzölligen Metallplattenpaaren von Kupfer und Zink an.

1. Leitung durch Metalldräthe.

Baſſe ſpannte zuerſt im Freyen zwey Eiſendräthe, wovon jeder 100 Fuß lang war, in gerader Linie ſo neben einander aus, daß jeder für ſich iſolirt war. Darum verband er den einen Drath mit dem + und den andern mit dem — Pole der Säule. Schloß er nun die beyden andern Endſpitzen der Dräthe durch eine gut ausgeglühte Holzkohle oder durch ein ausgeſchlagenes Goldblättchen, ſo zeigten ſich in dem Augenblicke der

Be-

Berührung lebhafte Funken. Geſchah die Schließung der Dräthe durch Waſſer, so entband ſich aus dem — Drathe häufiges Gas in kleinen Bläschen, und die Endſpitze des + Pols wurde ſtark oxydirt. Nahm er den einen Drath in den Mund und berührte mit naſſen Fingern den andern, ſo empfand er Erſchütterungen in der Zunge und in den Fingerſpitzen, bekam einen ſauren metalliſchen Geſchmack, und ſah helle Blitze vor beyden Augen. Es ereigneten ſich alſo in einer Entfernung von 100 Fuß an den mit der Voltaſchen Säule verbundenen Metallleitungen alle Erſcheinungen, die man an der Säule in ihrer Röhre wahrnimmt. Hiernächſt vermehrte er die Länge eines jeden Draths bis auf 2000 Fuß, ſpannte beyde Dräthe iſolirt neben einander aus, und wiederholte die vorigen Verſuche; die Erſcheinungen blieben ſich alle gleich. Er verdoppelte noch einmal die Länge der Dräthe, ſo daß jeder 4000 Fuß lang war. Es ergaben ſich aufs neue die nämlichen Erſcheinungen und in eben der Stärke, wie zuvor. Es ſchien ihm ſogar, als wenn die Stärke der Galvaniſchen Elektricität zugenommen habe.

2. Leitung durch Flüſſe, Seen und Erdboden.

Baſſe ſtellte hierüber Verſuche in der Mitte des Januars an, wo die ſtehenden Waſſer und Flüſſe mit Eis bedeckt waren. Zu den erſten Verſuchen wählte er den Stadtgraben zu Hameln, und zu den übrigen den Weſerſtrom. Er öffnete das Waſſer an zwey verſchiedenen Stellen, die 500 Fuß von einander entfernt waren, ſtellte ſeine Voltaſche Säule neben die eine Oeffnung im Eiſe, und ließ den Drath vom — Pole derſelben 1 Fuß tief unter das Eis hinabgehen. Darauf befeſtigte er einen Eiſendrath am + Pole, der 500 Fuß lang war und bis an die zweyte Oeffnung

im

im Eiſe reichte. Um ihn iſolirt zu erhalten und zu verhindern, daß er ſich bey ſeiner Länge nicht auf das Eis hinabſenke, hatte er hin und wieder ein Loch in das Eis gebohrt, und tannene Stangen hineingeſteckt, an welche er den Drath in 6 Fuß Höhe band. Er ſtellte ſich nun auf ein Iſolatorium von Glasfüßen, nahm die Endſpitze des + Draths in den Mund, und berührte mit der andern Hand das Waſſer des Stadtgrabens, worauf er augenblicklich Erſchütterungen auf der Zunge und in den Fingerſpitzen, einen ſauren metalliſchen Geſchmack, und Blitze vor beyden Augen verſpürte. Er befeſtigte hierauf den + Drath an einem kleinen Glasſtäbchen ſo, daß die Endſpitze des Draths 1 Zoll lang frey war, ſetzte dann eine leere, trockne zinnerne Schaale unmittelbar auf das Waſſer in der zweyten Oeffnung des Eiſes, legte eine ausgebrannte Kohle hinein, und berührte dieſe, indem er den Glasſtab in die Hand nahm, mit der Endſpitze des + Draths. Es zeigten ſich bey jedesmaliger Berührung kleine, aber ſehr ſichtbare Funken. Das nämliche geſchah auch, wenn er an die Spitze des + Draths ein Goldblättchen klebte, und mit dieſem die zinnerne Schaale an einer trockenen Stelle berührte. Brachte er die Silberdräthe des Gasbildungsapparats mit dem Waſſer des Stadtgrabens und dem + Drathe der Voltaſchen Säule in Verbindung, ſo entwickelte ſich am Silberdrathe, nach der Seite des Waſſers oder des — Pols der Säule zu, Gas in häufigen kleinen Bläschen; ſie erfolgten aber erſt, nachdem die beyden Silberdräthe ſchon eine volle Minute mit beyden Polen der Säule in Verbindung geweſen waren. Am + Silberdrathe bemerkte er keine Gasentwickelung, wohl aber oxydirte ſich die Spitze deſſelben.

Nach-

Nachher begab er ſich mit ſeinem Inſtrumente auf die Weſer, um da dieſe Verſuche von neuem und vergrößert anzuſtellen. Einige Schritte vom Ufer öffnete er das Eis, ſtellte ſeine Säule neben die Oeffnung, und verband den Drath des — Pols mit der Weſer. An dem entgegengeſetzten Ufer der Weſer, in einer Entfernung von 500 Fuß vom Standorte der Säule, öffnete er das Eis abermals, zog einen iſolirten Eiſendrath von dem + Pole der Säule quer über die Weſer bis an dieſe Oeffnung, und wiederholte nun alle Verſuche, die er auf dem Stadtgraben angeſtellt hatte. Die Erſcheinungen waren jenen vollkommen gleich.

Nun trug er ſeine Säule auf die Mitte der Weſer, öffnete ſie, und ließ den — Drath der Säule 1 Zoll tief ins Waſſer reichen. Dann befeſtigte er an dem + Pole einen Eiſendrath von 4000 Fuß Länge. Den Drath hatte er auf einen Haspel gewickelt, mit dem er den Fluß hinaufging. Von 50 zu 50 Fuß bohrte er in das Eis ein Loch, und ſteckte eine hölzerne Stange hinein, woran er dann den Drath feſt band, damit er ſich nicht auf das Eis ſenkte. Am Ende des Draths, mithin in einer Entfernung von 4000 Fuß vom Standorte der Säule, machte er eine Oeffnung ins Eis. Auch hier fanden die nämlichen Erſcheinungen ſtatt.

Nachdem das Eis geſchmolzen, und die Weſer vom Waſſer ſehr hoch angeſchwollen war, wiederholte er die Verſuche, und fand dieſelben Reſultate.

Mitten in der Weſer liegt eine kleine Inſel, welche 1500 Fuß lang und 400 Fuß breit iſt. Auf dieſe ließ er ſeine Inſtrumente bringen, begab ſich mit einigen Freunden dahin, und errichtete auf der Mitte derſelben hart an dem einen Ufer eine Säule, deren

— Drath

— Drath wieder in die Weſer hinabgeleitet wurde. Der + Drath, welcher lang genug war, um über die Breite der Inſel bis zum andern Arme der Weſer zu reichen, wurde dann bis dahin ausgeſpannt, und durch einige hölzerne Stangen von der Erde iſolirt. Hier wiederholte er die vorigen Verſuche mit demſelben Erfolge.

Zu ſeinen folgenden Verſuchen wählte Baſſe eine große Wieſe, die gegen 3000 Fuß lang und faſt eben ſo breit war. An ihrer einen Seite war ſie mit einem 12 Fuß breiten Graben verſehen, der zur Zeit ganz mit Waſſer angefüllt war. Hart am Ufer ſteckte er Stäbe in die Erde. Von dieſer Stange ab ging er in gerader Linie über die Wieſe zu dem Gartenhauſe eines daran grenzenden Gartens, und ſteckte unterwegs immer von 50 zu 50 Fuß eine Stange in die Erde. An der Pfoſte eines Fenſters im Hauſe befeſtigte er einen Eiſendrath, und leitete ihn bis zur letzten Stange, die am Graben ſtand. An dieſe befeſtigte er ihn in 6 Fuß Höhe, und band ihn alsdann auch in eben dieſer Höhe an allen übrigen tannenen Stangen feſt, damit er ſich nirgends auf die Erde ſenken, noch ſie berühren konnte. Nun ſtellte er die Voltaſche Säule neben dem Graben, und ſetzte vermittelſt eines Draths das Waſſer deſſelben mit dem Minuspole, und das Ende des vom Gartenhauſe hergeleiteten Draths mit dem Pluspole der Säule in Verbindung. Darauf begab er ſich mitten auf die Wieſe, und berührte hier den ausgeſpannten Drath mit naſſen Fingern; er empfand merkliche Erſchütterungen. Noch weit heftiger wurden dieſe aber, wenn er einen ſilbernen Löffel in die naſſe Hand nahm, und den Drath damit berührte. Die Berührung des Draths mit der

Zunge

Zunge war zu ſchmerzhaft und ganz unerträglich, wenn ſie durch den Löffel, den er in den Mund nahm, vermittelt wurde. Klebte er ein Goldblättchen an den Löffel, und berührte damit den Drath, ſo ſah er helle Funken. Das nämliche erfolgte auch mit einer trockenen Holzkohle. In dem Gartenhauſe ſelbſt machte er folgende Verſuche. Er ſtellte mitten ins Zimmer einen Tiſch, auf dieſen zwey zinnerne Schalen, die er durch Glasſcheiben iſolirte. Beyde waren auf die Hälfte mit warmem Waſſer, worin eine gute Handvoll Kochſalz aufgelößt war, angefüllt. An die eine Schale knüpfte er das Ende des + Draths der Säule, das zuvor an dem Fenſterpfoſten befeſtigt war. Hier grub er ein Loch, legte das Ende des Draths hinein und bedeckte es mit Erde. Tauchte er nun in jede Schale eine Hand, ſo empfand er beträchtliche Erſchütterungen in beyden Händen. Noch heftiger waren ſie aber, wenn er einen Drath von der Schale losmachte, ihn an einen ſilbernen Löffel knüpfte, ſeine Hände in beyde Schalen legte, und nun durch eine zweyte Perſon die freye Schale außerhalb mit dem Löffel berühren ließ. Er nahm die Schale weg, und ſchloß die Endſpitzen beyder Dräthe durch eine Holzkohle; es entſtanden hellleuchtende Funken, die ſich vergrößerten, je dünner die Endſpitzen der Dräthe waren. In dem Gasentbindungsapparate entwickelte ſich an der — Seite viel Gas, an der + Seite aber gar nichts. Er ließ nun die Voltaſche Säule vor dem Graben wegnehmen, und einige Schritte vom Ufer ſtellen. Das + Drathende wurde einige Zoll tief in die Erde geſteckt, und dann wiederholte er die Verſuche. Deſſenungeachtet fand er keine Abnahme des Galvanismus; Erſchütterungen, Funken und Gasentbindung waren eben ſo ſtark und anhaltend, als zuvor.

Alle dieſe Verſuche bewieſen alſo, daß ſich das galvaniſch-elektriſche Fluidum auf eine unglaubliche Weite, ſowohl durch die Erde als durch das Waſſer, fortleiten läßt.

Auch Erman [r]) in Berlin ſtellte Verſuche über die Entladung der Voltaſchen Säule durch eine beträchtliche Strecke eines Stroms an. Um zu erfahren, welcher Erfolg ſtatt finden würde, wenn eine für unendlich zu haltende, ganz freye und unisolirte Maſſe Waſſer mit in den Kreis bey Schließung der Kette gezogen würde, wählte er zu dieſem Verſuche eine Stelle in der Havel bey Potsdam, wo der Strom ſich in eine breite ſeeartige Waſſerfläche ergießt. Auf einem Prahm, der weit hinaus im Strome durch Pfoſten unbeweglich erhalten wurde, errichtete er eine Zink-Silberſäule von 100 Schichtungen. Von dem einen Pole hing ein Drath in das Waſſer; zum entgegengeſetzten Pole gehörte ein Drath, der in einer Länge von 124½ Fuß, über dem Waſſerſpiegel und parallel mit demſelben ausgeſpannt, an einem eingerammten Pfoſten von äußerſt trockenem und vollkommen iſolirendem Holze befeſtigt war. Der ausgeſpannte Polardrath berührte übrigens den Pol der Säule nicht unmittelbar, ſondern nur vermittelſt eines Gasapparats. Blieb nun alles in dem erwähnten Zuſtande, ſo daß der ausgeſpannte Drath an ſeinem von der Säule abgewandten Ende nicht mit dem Waſſer in Berührung kam, ſo fand keine Waſſerzerſetzung im Apparate ſtatt. Sobald man aber dieſes Ende mit dem darunter ſtehenden Waſſer durch eine angebrachte metalliſche Zuleitung in Verbindung ſetzte, ſo ging in einem Nu die Zerſetzung von ſtatten, und zwar

r) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XIV. S. 384 f.

zwar mit derſelben Energie, als wäre der Gasappa- rat unmittelbar von Pol zu Pol angebracht worden, ſo daß die Wirkung ſich vollkommen gleich blieb, der ſchließende Bogen mochte eine Ausdehnung von $1\frac{1}{2}$ oder 249 Fuß haben. Daß aber hierbey keine Täu- ſchung ſtatt fand, davon gibt das Detail des Verſuchs den vollkommenſten Beweis:

1. Zog man den Drath, der vom untern Pole geradezu in den Strom hieng, aus dem Waſſer her- aus, ſo hörte ebenfalls alle Waſſerzerſetzung auf.

2. Hielt man mit der einen Hand das Ende des langen ausgeſpannten Polardraths, während man mit dem andern irgend einen Punkt der großen Waſſerfläche berührte, ſo bekam man eine Commotion, die beynahe eben ſo ſtark war, als hätte man die Pole unmittel- bar durch gemeinſchaftliche Berührung mit beyden Händen entladen.

3. Das nämliche fand ſtatt, wenn das Ende des langen Polardraths ins Waſſer hieng und man 129 Fuß davon den Drath des entgegengeſetzten Pols in die eine Hand nahm, und mit der andern die Oberfläche des Waſſers berührte.

4. Hieng das Ende des langen Polardraths ins Waſſer, und wurde der entgegengeſetzte Polardrath aus dem Waſſer gezogen, ſo gab das Elektrometer, welches man an dem Ende des langen Draths oder an dem darunter ſtehenden Waſſer anwandte, eine ſehr ſtarke + Divergenz. Prüfte man aber das Waſſer, welches um 3 bis 4 Fuß im Umkreiſe vom Polardrathe entfernt war, ſo wurde die Divergenz immer ſchwächer, und in einer Entfernung von 6 Fuß ſchien jede Spur von Divergenz aufgehört zu haben. Das nämliche fand ſtatt in der Gegend des Waſſers, wo der entge-

gengeſetzte Polardrath hieng, nur daß die Divergenz der Art nach das Umgekehrte der vorigen war.

5. Er war daher begierig zu wiſſen, wie ſich die atmoſphäriſchen Erſcheinungen verhalten würden, wenn beyde Dräthe in das Waſſer hängend die Zerſetzung im Gasapparate geben würden. Nach der Analogie ſeiner frühern Verſuche hätte ſich in der Gegend des — Draths das Waſſer negativ zeigen ſollen, und an der entgegengeſetzten, wo der + Drath hineinreichte, hätten poſitive Divergenzen entſtehen müſſen. Dieß fand aber nicht ſtatt. Sobald die Kette geſchloſſen war, verſchwand jede Spur von Elektricität. Doch war er der Meinung, daß vielleicht eine kräftigere Säule die erwarteten Erſcheinungen gegeben haben würde.

6. Daß das Froſchpräparat in heftige Zuckungen gerieth, als der elektriſche Kreis an ihm durch den 249 Fuß langen Bogen geſchloſſen wurde, und daß die Wirkung eben ſo momentan ſchien, als hätte der Bogen die möglichſt geringſte Ausdehnung gehabt, bedürfe kaum einer Erwähnung. Nun knüpfte er an das iſolirte Ende des $124\frac{1}{2}$ Fuß langen Polardraths einen andern Drath von beynahe 100 Fuß Länge. Dieſer war auf einer Rolle aufgewunden. Nun ruderte er mit einem Nachen fort, während er den Drath abwickelte, ſo daß dieſer in jedem Punkte, wo er ſich befand, und nach jeder beliebigen Richtung eine Verlängerung des Polardraths abgab. Ein ganz unverſehrter Froſch, den er, nachdem er ſich iſolirt hatte, ſo hielt, daß ſeine Hinterfüße den Drath berührten, gerieth in die heftigſten Zuckungen, ſobald der Knopf oder die Vorderfüße an die Waſſerfläche gebracht wurden. Hier wurde der Kreis durch einen Bogen von 449 Fuß geſchloſſen, wovon $224\frac{1}{2}$ Fuß aus einer ungeheuren Waſ-

ſermaſſe beſtanden, und doch blieb ſich die Wirkung der Entladung dem Grade nach ſcheinbar ganz gleich.

7. Auffallender war es, daß die einfache Application einer einzigen Silber- und Zinkplatte, die durch den mächtigen langen Bogen wirkten, ſchon hinreichend war, das Präparat in die heftigſten Zuckungen zu verſetzen.

8. Beſonders merkwürdig war der Umſtand, daß bey Schließung der Kette, ſelbſt bey einer ſolchen Ausdehnung des Bogens, die Wirkung auf das Elektrometer ſo inſtantan war, als ſie nur immer unter ganz gewöhnlichen Umſtänden befunden werden kann. In einem untheilbaren Nu geſchah die Berührung der Waſſerfläche und das Zuſammenfallen des am Pole ſtark divergirenden Elektrometers. Mit der Waſſerzerſetzung verhielt es ſich durchaus eben ſo.

Alles bisher Angeführte hat die meiſten Phyſiker bewogen, anzunehmen, daß die wirkende Urſache in der Voltaſchen Säule die Elektricität ſey. Die erzählten Erſcheinungen ſcheinen auch wirklich auf Einerleyheit der Galvaniſchen Materie mit der elektriſchen hinzuweiſen; indeſſen ſind doch noch Einige dieſer Meinung entgegen. Noch mehr aber ſind die Meinungen in Anſehung der Waſſerzerſetzung getheilt; nach der einen iſt das Waſſer einfach, und nach der andern Meinung iſt es aus den beyden wägbaren Stoffen, dem Sauerſtoff und Waſſerſtoff, zuſammengeſetzt. Indeſſen ſcheint doch die letztere Meinung ſtärkere Gründe, als die erſtere, für ſich zu haben.

Was die Voltaſche Säule in mediciniſcher Rückſicht betrifft, ſo hat dieſe ſehr viele Vortheile verſchafft. Nach Allem, was darüber bekannt geworden iſt, wirkt die Säule da, wo Lähmungen oder krankhafte Span-

 nung

nung der Nerven ſtatt findet. Die vorzüglichſten Krankheiten, bey welchen man die Voltaſche Säule als ſehr wirkſam gefunden hat, ſind Lähmungen der Glieder, beſonders krankhafte Zuſtände der Sinnesorgane, z. B. ſchwarzer Staar, und vor allen Harthörigkeit, ſelbſt bey Taubgebornen. Dieß lehren beſonders die Verſuche von Grapengießer in Berlin, Wolke in Jever, Hallé in Paris, Reuß in Stuttgardt, Helwig in Eutin, Eichhof in Celle, Ebeling in Hamburg und mehrere andere.

Neuere Erfindungen des elektriſchen Apparats und hieher gehörige Beobachtungen.

So eifrig ſich auch die meiſten Phyſiker und Chemiker in dieſem Zeitraume mit dem Galvanismus beſchäftigten, ſo wurde doch auch die Elektricitätslehre, welche mit jenem eine ſo große Verwandtſchaft zu haben ſchien, nicht vernachläſſigt. Denn es ſind in dieſem Zeitraume nicht allein mehrere Verbeſſerungen an einigen elektriſchen Inſtrumenten gemacht, ſondern auch manche wichtige Beobachtungen angeſtellt worden.

Coulomb s) erfand eine ſehr ſinnreiche elektriſche Wage, welche auch den Namen eines Elektrometers verdient. An dieſer Wage wird nämlich die elektriſche Kraft vermittelſt der Drehung eines feinen Metalldraths gemeſſen. Dieſer Metalldrath iſt in der Mitte eines hohen gläſernen Cylinders aufgehängt. Das obere Ende dieſes Draths wird von einer kleinen Zange gehalten, durch deren Hülfe man den Drath drehen kann, indem man eine Nadel oder einen Zeiger, deſſen Spitze ſich an der Peripherie eines graduirten Kreiſes bewegt, herumführt. An dem untern Ende

s) Gren's neues Journal der Phyſik. B. III. S. 51 f.

Ende des Draths hängt ein kleiner Hebel aus einem dünnen Faden von reinem Gummilack, der an dem einen Ende ein Kügelchen von Hollundermark, und am andern ein Stück geöltes Papier als Gegengewicht trägt. Der gläſerne Cylinder iſt in der dem Hebel correſpondirenden Höhe in Grade abgetheilt. Bey dem Punkte Null dieſer Graduirung iſt eine andere Kugel von Hollundermark, deren Stellung auf einem nichtleitenden Träger fixirt iſt.

Coulomb richtet zuerſt alles ſo ein, daß die beyden Kugeln ſich berühren, während der Drath in ſeinem natürlichen Zuſtande, oder ſeine Drehung Null iſt, und ſich der Zeiger auf dem kleinen angeführten Kreiſe beym Nullpunkte befindet. Alsdann elektriſirt er die beyden Kugeln ſchwach. Sie üben ſogleich eine zurückſtoßende Kraft gegen einander aus, und die bewegliche Kugel entfernt ſich von der feſtſtehenden. Dieſe Entfernung auf der Skale des Cylinders gemeſſen betrug 36 Grad. Bey dieſem Verſuche mußte ſich natürlich der Drath drehen, ſo daß der Winkel der Drehung ebenfalls 36° betrug. Hierauf unterwarf Coulomb den Drath einer neuen Drehung, indem er den Zeiger um eine Quantität von 126 Grad (nach entgegengeſetzter Richtung) verſchob, wobey ſich zugleich die bewegliche Kugel der feſtſtehenden ſo weit näherte, bis die zurückſtoßende Kraft beyder Kugeln im Stande war, der Drehung das Gleichgewicht zu halten. Die Kugeln waren in dieſem Momente nur 18° von einander entfernt, welche, zu den 126 vom Zeiger durchlaufenen addirt, 144° für den ganzen Werth des Winkels der Drehung geben.

Nach Coulomb's Schätzung ſind die Kräfte der Drehung in dem hier erwähnten Verſuche im Ver-

 hältniſſe

hältniſſe der Winkel der Drehung. Dieſe Winkel ſind aber hier das erſte Mal 36 und das andere Mal 144°, oder der letztere iſt 4 Mal ſo groß, als der erſtere. Von der andern Seite aber ſind die Entfernungen das eine Mal 36 Grad, und das andere Mal 18 Grad; oder die erſtere iſt doppelt ſo groß, als die andere. Demnach iſt die zurückſtoßende Kraft beyder Kugeln 4 Mal größer, als die halb ſo große Entfernung, welches genau das umgekehrte Verhältniß des Quadrats der Entfernung iſt. Coulomb hat dieſen Verſuch auf mehrere Arten abgeändert, und das Reſultat immer dem angezeigten Geſetz gemäß gefunden.

Vermittelſt dieſer elektriſchen Wage hat Coulomb außer dieſem wichtigen Geſetze auch das Geſetz zu beſtimmen geſucht, nach welchem ſich das elektriſche Fluidum längs den idioelektriſchen Trägern zerſtreut. Durch wiederholte Erfahrungen hat er gefunden, daß, wenn der Zuſtand der Luft einerley bleibt, das Verhältniß der dabey verloren gehenden Kraft eine beſtändige Größe iſt.

Ein ſehr vortheilhaft eingerichtetes Ausladeelektrometer hat von Hauch *) angegeben. Es iſt ganz auf eben die Principien gegründet, wie das Brookſche Elektrometer, nämlich auf die abſtoßende Wirkung der elektriſchen Kraft zwiſchen zwey Körpern, welche zu ſolcher Wirkung erfordert wird; hat aber vor andern Elektrometern die ausgezeichneten Vorzüge, daß außer der weit einfachern Einrichtung der Einfluß des Barometerſtandes ganz vermieden, und die Friktion auf eine beträchtliche Art vermindert iſt.

Cuth-

*) Gren's neues Journal der Phyſik. B. I. S. 345 f.

Cuthberſon[u]) hat ein einfaches Univerſalelektrometer entdeckt, welches das Henleyſche, Lane's Ausladungselektrometer und Brook's Wageelektrometer vereint in ſich begreift. Mit dieſem Inſtrumente hatte er verſchiedene Verſuche angeſtellt, und unter andern gefunden, daß die doppelte Menge elektriſcher Materie, in Geſtalt einer Entladung, eine vierfache Drathlänge ſchmelze, und daß von einer 1½ Mal ſo großen Menge Elektricität eine dreyfache Drathlänge geſchmolzen wird.

Er zweifelt daher an der Genauigkeit der van Marumſchen Verſuche, nach welchen die Längen des geſchmolzenen Draths in gleichem Verhältniß mit der Belegung ſeiner Batterie wachſen, und alſo doppelt ſo viel Belegung nur eine doppelte Drathlänge zu ſchmelzen vermöchte. Wahrſcheinlich, ſagt er, wurde er zu dieſer irrigen Angabe dadurch verführt, daß er 1. ſeine Batterie wohl nicht gleich ſtark geladen hatte, indem er damals kein dazu recht dienliches Elektrometer beſaß; 2. habe er wohl nicht auf die ſo verſchiedenen Grade der Schmelzung Acht gehabt, und die Stärke der Entladung bloß darnach beurtheilt, daß der Drath in Kügelchen zerfiel, welches leicht zu Mißgriffen verleitet.

Vaſalli[v]) zu Turin war neugierig zu wiſſen, was für eine Art von Elektricität entſtehen würde, wenn er gewiſſe Stoffe durch ſcharfe oder abgeſtumpfte Kanten von Metallen abſchabe. Zur Anſtellung ſolcher

u) *Nicholſon's* Journal of natural philoſophy. Vol. II. p. 525 ſq.

v) Mémoir. de l'Acad. de Turin. Vol. V. an. 1790 – 1791. p. 57.

cher Verſuche bediente er ſich eines ſehr empfindlichen Blattgoldelektrometers. War der geſchabte Körper Siegellack, ſo erhielt er folgende Reſultate:

Scharfer ſchabender Körper	Elektricität der abgeſchabten
Gold	+ E
Silber	— E
Kupfer	— E
Meſſing	— E
Eiſen	— E
gerundeter ſchabender Körper	Elektricität der abgeſchabten
Gold	+ E
Silber	+ E
Kupfer	+ E
Meſſing	+ E
Eiſen	+ E

Nicht bloß die Geſtalt des ſchabenden Körpers, ſondern auch die Haltung hatte auf die Elektricität Einfluß. Hielt er die Stange Siegellack vertikal, und ſchabte, indem der Rücken eines ſcharfen ſilbernen Meſſers nach oben gekehrt war, ſo war die Elektricität der abgeſchabten Stücke immer negativ; hingegen wenn der Rücken nach unten gekehrt war, poſitiv. Eine entgegengeſetzte Veränderung zeigten Zucker und Chocolade.

Auch die Elektricität des ſchabenden ſowohl, als des geſchabten Körpers, wollte Vaſalli kennen lernen. Zu dem Ende wählte er folgende Verſuche:

Schabender Körper;	geſchabter;	Elektricität des Eiſens,	Körpers,	abgeſchabten
isolirtes ſcharfes Eiſen	Siegellack	+	+	—
	Schwefel	+	+	—
	Chocolade	+	+	—
	Wachslicht	—	—	+
isolirtes rundes Eiſen	Siegellack	—	—	+
	Chocolade	—	—	+

Die

Die Elektricität verſchiedener Pulver unterſuchte er, indem er ſie aus einem durchlöcherten meſſingenen Gefäße auf das Elektrometer ſtäubte. Sowohl bey dieſem als bey dem Gebrauch eines gläſernen Siebes erhielt er gleiche Elektricität.

Da es durch van Marum's Verſuche hinreichend erwieſen war, daß durch die Elektricität die Metalle nicht allein geſchmolzen, ſondern auch oxydirt werden können; ſo war es natürlich, zu vermuthen, daß bey der Oxydation der Metalle durch die Elektricität eine Abſorption der Luft ſtatt finden werde. Um eine ſolche bemerkbar zu machen, erdachte Cuthberſon w) einen eigenen Apparat, welcher aus einem gläſernen Recipienten beſtand, in welchem ſich die geringſte Veränderung der darin enthaltenen Luftmaſſe durch den Stand des Queckſilbers oder doch wenigſtens durch den Stand des Waſſers zeigte. Weil aber auf dieſen Stand auch die Temperatur der innern Luft Einfluß hat; ſo muß man vor und nach jeder Exploſion den Recipienten in kaltes Waſſer ſetzen, und ihn darin ſo lange laſſen, bis der Stand der Queckſilber- und die Waſſerprobe beweiſt, daß die Temperatur der Luft im Innern und Aeußern gleich iſt. Wird hierauf keine große Sorgfalt verwendet, ſo erhält man nach Cuthberſon's eigener Erfahrung irrige Reſultate.

Cuthberſon ſtellte mit dieſem Apparate verſchiedene Verſuche mit mancherley Metalldräthen an. Nachdem der elektriſche Schlag durch dieſelben gegangen war, ſtiegen die Queckſilber- und Waſſerprobe. Ueberhaupt ließ ſich aus ſeinen Verſuchen mit Sicherheit

w) *Nicholſon's* Journal of natural philoſophy. Vol. V. p. 136.

heit ſchließen, daß alle dehnbare Metalle ſich durch elektriſche Schläge ſublimiren und in mehrere Oxyde verwandeln laſſen, indem ſie den Sauerſtoff der atmoſphäriſchen Luft abſorbiren, obſchon einige derſelben ſich ſonſt nur auf naſſem Wege und nicht durch gewöhnliches Feuer in Oxyde verwandeln laſſen. Merkwürdig iſt es auch, daß das im gewöhnlichen Feuer faſt unſchmelzbare Platin durch elektriſche Schläge leichter als Kupfer, Silber und Gold ſchmilzt, und dabey eben ſo gierig nach Sauerſtoff, wie andere Metalle, zu ſeyn ſcheint.

In den neuern Zeiten hat Karl Kortum x) in Warſchau mehrere Verſuche über die Lichtenbergiſchen Figuren gemacht, und ſich beſonders viel Mühe gegeben, die Elektricität verſchiedener Pulver durch verſchiedene Siebe zu unterſuchen. Hierbey bediente er ſich Bennet's Elektrometer, nur mußte die Luft weder zu feucht noch zu trocken ſeyn. Wenn das de Sauſſüreſche Hygrometer auf 78° ſteht, ſo zeigt die Divergenz der Goldblättchen oft ſchon nicht mehr den wahren, ſondern den entgegengeſetzten Zuſtand des Pulvers an; bey 90° iſt dieß Elektrometer ganz unbrauchbar, indem die geringe Elektricität eben ſo geſchwind ab- als zugeleitet wird. Bey allzutrockener Luft hingegen, wo ſich die Feuchtigkeit der Atmoſphäre unter 54° reducirt, wird der Glascylinder oder der Fuß deſſelben allzuleicht elektriſch, wodurch alsdann die verlangten Reſultate ebenfalls unrichtig werden. Das letztere bewirken auch iſolirende Siebe, weil dieſe oft ſtärker entgegengeſetzt elektriſch werden, als das durchgeſiebte elektriſche Pulver, mithin oft, wenn ſie zu nahe über das Elektrometer

x) Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte. B. X. St. 2. S. 1.

trometer kommen, eine Divergenz der Goldblättchen hervorbringen.

Durch Hülfe dieſes Inſtruments unterſuchte er mehrere Pulver durch Siebe von verſchiedenen Materien. Eine Vergleichung der auf dieſe Art erhaltenen Reſultate gab folgende elektriſche Verhältniſſe:

1. Die feſten luftſauren Alkalien werden durch alle Siebe + E elektriſch.

2. Dagegen alle kryſtalliniſchen Säuren — E.

3. Eben ſo die Vitriole, Schwefel und erdige Mittelſalze, die kalkigen ausgenommen.

4. Auf die Beſtimmung des elektriſchen Geſchlechts der meiſten Neutralſalze und ſalzartigen Miſchungen hat das Sieb Einfluß; einige behalten jedoch ihre eigene Elektricität unveränderlich.

5. Reine luftſaure Kalkerde erhält durch alle Siebe + E.

6. Alle übrige Erden — E.

7. Die kalkartigen Miſchungen verhalten ſich wie die ſalzartigen N. 4. die Gemiſche aller andern Erden wie N. 6.

8. Metalliſche Kalke ſind in dem Falle wie N. 4.

9. Vegetabiliſche Pulver ſind den Einflüſſen von N. 4. unterworfen; Harze ausgenommen, die alle — E erhalten.

10. Der Unterſchied des Leitungsvermögens zwiſchen Pulver und Sieb beſtimmt zwar in den meiſten Fällen die Stärke der producirten Elektricität, aber bey weitem nicht in allen.

Die N. 1 und 2. bemerkte generiſche Verſchiedenheit der elektriſchen Produkte von Alkalien und Säuren, ſo wie das eigenthümliche Verhalten der Kalkerde führen **Kortum** auf die Vermuthung, daß beym Senſibelwer-

ſibelwerden vom elektriſchen Fluidum noch außer dem mechaniſchen Reitze ein chemiſches Agens wirkſam ſey. Dadurch würde nun entweder die Bindung beyder neutraliſirten Elektricitäten getrennt, oder dieß Fluidum ſey überhaupt kein permanenter Stoff, ſondern immer ein neu gebildetes, und eben ſowohl zerſetzbares Produkt.

Kortum hat ſeiner Abhandlung noch ein Verzeichniß der Körper, welche er durch verſchiedene Siebe prüfte, und der auf dieſe Art erhaltenen Reſultate angehängt.

Auch Aldini [y]) zu Bologna beſchäftigte ſich mit den Lichtenbergiſchen Figuren. Er fand, daß wenn er verſchiedene Arten von Pulver, ſie mochten aus dem Mineral-, Pflanzen- oder Thierreiche genommen ſeyn, auf einen Harzkuchen warf, jedes derſelben ihm verſchiedene Erſcheinungen darbot. Machte er poſitive Punkte mit der Flaſche auf den Kuchen und ſtreuete Mennige darauf, ſo bildeten ſich Sterne; auf negativen hingegen bildeten ſich kreisrunde Figuren. Werden Mennige und gepulverter Schwefel in gleichen Theilen gemiſcht, und die Fläche poſitiv elektriſirt, ſo ſetzt ſich dieſer ſternförmig an, die Mennige wird dagegen ohne Ordnung zerſtreut. Wird umgekehrt die Fläche negativ elektriſirt, ſo ſetzt ſich die Mennige in regelmäßigen Zirkeln, der Schwefel in Unordnung an. So wurde die Mennige, die allein bey beyden Elektricitäten gleich gemengt war, in dieſer Verbindung von der negativen eher als von der poſitiven Elektricität gezogen. Hierauf wurden auf einem Harzkuchen abwechſelnde poſitive und negative Punkte gemacht, und ein Gemiſch aus gepulvertem Kryſtalle und Schwefel darauf geſtreut. Sogleich trennten ſich beyde; eins machte

y) Annali di chimia d. *G. Brugnatelli.* T. XIII. p. 137 ſq.

machte Sterne, das andere Zirkel. Ein gleiches erfolgte beym Zuſammenmiſchen von Kupferfeile und Bleyweiß, von Antimonium und Meſſingfeile, von Mennige und gewöhnlichem Mehl; das Pulver zwiſchen den negativen und poſitiven Punkten nimmt völlig unregelmäßige Figuren an.

Beſtreut man einen dünnen Harzkuchen oder eine Glastafel mit einem Pulver, und ſetzt an verſchiedenen Orten den Knopf einer poſitiv geladenen Flaſche auf, ſo wird das Pulver zurückgeſtoßen; und entfernt man nun die Flaſche, ſo werden ſternförmige Figuren ſichtbar. Sind Harzkuchen einige Mal ſo elektriſirt, ſo behalten ſie die Elektricität lange.

Der Prof. Galvani ermunterte Aldini, auch flüſſige Körper zu dieſen Verſuchen zu gebrauchen. Er legte daher eine runde Metallſcheibe auf einen Harzkuchen und umgab dieſen mit einem Oelſtriche. Sobald er jetzt die Metallſcheibe poſitiv elektriſirte, breitete ſich das Oel aus, und bildete umher eine Art von Sonnenſtrahlung. Auf denſelben Kuchen legte er noch eine Metallſcheibe ganz der erſten ähnlich, elektriſirte ſie poſitiv, und ſogleich ließ ſich eine ähnliche Umſtrahlung ſehen; beyde berührten ſich indeß nicht. Sobald aber die eine der beyden Belegungen negativ elektriſirt wurde, ſuchten ſich die Oelſtrahlen einander zu nähern, und floſſen dann, wo ſie ſich berührten, in einen Strahl zuſammen; eine Wirkung der Tendenz beyder Arten von Elektricität zum Gleichgewichte. Noch erzählt Aldini hier das Aufblähen des auf eine elektriſirte Flüſſigkeit gegoſſenen Oels, und einige ähnliche Erſcheinungen, wobey er an die bekannte Plinianiſche Erzählung von dem Stillen des empörten Meers durch aufgegoſſenes Oel erinnert.

Durch

Durch Kortum's Bemühungen wurde von Arnim[z]) veranlaßt, auch die Elektricität verſchiedenartiger Pulvergemenge zu unterſuchen. Die Art, wie dieſe Verſuche angeſtellt wurden, iſt völlig die Aldiniſche. Seine Verſuche erwieſen, worauf auch ſchon ältere Verſuche führten, daß von zwey an einander geriebenen Körpern immer der dem Sauerſtoffe näher verwandte negativ wurde. Bis jetzt kenne man nur zwey Arten der Entſtehung der elektriſchen Entgegenſetzung: Veränderung der Lage und Veränderung der Miſchung. Ob jene nur wegen einer damit verbundenen chemiſchen Veränderung, ob dieſe nur wegen der damit verbundenen Bewegung wirke? darüber werde die Betrachtung der beyden Gemeinſchaftlichen Aufſchluß geben. Von dieſen redet von Arnim zuerſt.

Die von Volta zuerſt beobachtete Hervorbringung der negativen Elektricität durch das Kochen des Waſſers in einem iſolirten Gefäße ſey ein ſehr wichtiger Verſuch. Das Waſſer werde hier in ſeiner Miſchung geändert, der Waſſerdampf ſey auch Leiter der Elektricität; der Gegenſatz finde alſo nicht zwiſchen dem Waſſerdampfe und dem Gefäße, ſondern zwiſchen ihnen und der umgebenden Luft ſtatt. Daſſelbe aber zeige ſich nicht, ſobald das Gefäß das Waſſer zerſetze, wenn dieſes z. B. auf ein bis zum Glühen erhitztes Eiſen gegoſſen werde. Das Gefäß werde hier, nach Sauſſüre's und Volta's Verſuchen, poſitiv elektriſch, wobey ſehr wohl das entwickelte Waſſerſtoffgas eine entgegengeſetzte Elektricität haben könne. Ueberhaupt habe man wahrgenommen, daß bey der Entwickelung des Waſſerſtoffgas durch Säuren aller Art immer poſitive Elektricität in dem Gefäße bleibe. Mit jenem

Ver-

z) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. V. S. 34 f.

Verſuche nicht übereinſtimmend ſcheine beym erſten Anblick eine andere Beobachtung Volta's, daß, wenn man Zinn und Silber auf einem angefeuchteten Tuche einander berühren laſſe, jenes Zeichen von negativer, dieſes von poſitiver Elektricität gebe. Nun werde aber nach Fabroni, Aſh und Andern jenes oxydirt, woraus wenigſtens ſchon erhelle, daß die Oxydation die Elektricität nicht beſtimme. Noch bemerkten wir Elektricität beym Feſtwerden der Chocolade, des Talges, des Schwefels, des eingedickten Terpentinöls u. ſ. f.; und daß wir nur bey dieſen und einigen andern Elektricität auch nach dem Erkalten wahrnähmen, liege allein daran, weil nur dieſe als Nichtleiter zu Elektrophoren würden und die Elektricität aufbewahrten.

So verſchieden ſich auch alle dieſe Veränderungen machten, ſo fände doch an allen nur eine, an den meiſten ſogar nur die Wärmecapacitätsveränderung ſtatt. Bey der Verwandlung des Waſſers in Dampf werde die Wärmecapacität des Waſſers vergrößert; bey dem Uebergießen des glühenden Eiſens zwar auch, nur müſſe man bedenken, daß, ſo weit das Waſſer dieſes berühre, es zerſetzt werde, und daß ſich hier Eiſenoxyd und Waſſerſtoffgas zugleich bildeten, daß dieſes ein Nichtleiter ſey, und größere Wärmecapacitätsvermehrung als das Eiſen erhalte. Eben ſo werde die Wärmecapacität des, in Säuren oxydirten Metalls, im Verhältniß der Wärmecapacitätsvermehrung bey der Verwandlung des Waſſers in Waſſerſtoffgas, nur wenig vermehrt. Das ſey bey der Oxydation an der atmoſphäriſchen Luft nicht der Fall, alſo auch nicht bey den Voltaſchen Verſuchen mit verſchiedenen Metallen, da nach Fabroni's Verſuchen hier keine Waſſerzerſetzung, ſondern eine

Zerſetzung der Metalle erfolge. Hierdurch werde aber die Wärmecapacität der Luft vermindert, die des Zimmers vermehrt. Auch beym Feſtwerden werde der Körper, deſſen Wärmecapacität im Verhältniß eines andern vermehrt wurde, negativ; derjenige, deſſen Wärmecapacität im Verhältniß eines andern vermindert wurde, poſitiv elektriſch.

Dieſes Geſetz werde uns auch bey den Erfahrungen über die durch Reibung erregte Elektricität nicht verlaſſen. Wenn von zwey in aller Rückſicht gleichen Bändern eins erwärmt, und dann beyde an einander gerieben würden, ſo werde das erwärmte negativ. Durch Erwärmung nehme aber die Wärmecapacität ab, mithin habe auch hier, wo das erwärmtere erkaltete, das kältere erwärmt wurde, die Wärmecapacitäts-Vermehrung negative Elektricität hervorgebracht. Die Erwärmung und der Widerſtand der Friktion ſey bey gleichen Körpern am ſtärkſten; von dieſer Erfahrung werde ſeit langer Zeit im Maſchinenweſen Gebrauch gemacht; hingegen ſey die Elektricität beym Reiben gleicher Körper entweder todt oder nur ſehr ſchwach. Die ſtete Berührung beym Reiben gleicher Körper bringe die ſtärkſte Wärme hervor, die unterbrochene Berührung die ſtärkſte Elektricität. Durch das Dazwiſchenkommen eines oxydirbaren Körpers werde die Wärme beym Reiben vermindert; ſtarke Elektricität könne beym Reiben nur durch Anwendung und Oxydation eines leicht oxydirbaren Körpers erhalten werden. So ſey auch die Erwärmung beym Reiben im luftleeren Raume nach Pictet's Verſuchen ſtärker, die Elektricität ſehr ſchwach. Endlich zerſtöre Erwärmung die Elektricität; nicht Wärme überhaupt, ſondern erzeugte Wärme durch das Reiben beym Elektriſiren.

Aus

Aus allen dieſen Gegenſätzen erhelle, daß die Erwärmung durch Reiben ein dem Elektriſiren durch Reiben ganz entgegengeſetzter Prozeß ſey. Nun ſey mit Erwärmung Capacitätsverminderung beyder erwärmter Körper nothwendig verbunden; alſo hätten wir ſchon Grund, hieraus zu ſchließen, daß beym Elektriſiren das Entgegengeſetzte: Wärmecapacitätsveränderung, ſtatt finde. Dieſe Erwartung täuſche uns auch nicht, wenn wir acht gäben, was auf dem Reibkiſſen vorgehe. Hier werde ein leicht oxydirbares Metallgemiſch mit einem ſtärker oxydirbaren Körper, der es völlig desoxydire, aufgeſtrichen. Nach einiger Zeit, wenn ſie elektriſirt würden, finde man es oxydirt, und die Elektricität ſey äußerſt ſchwach. Jede Oxydation vermehre aber die Wärmecapacität; es ſey alſo auch hier wiederum, wie bey der durch chemiſche Veränderungen erregten Elektricität, Wärmecapacitäts-Aenderung negative Elektricität. Der Wärmecapacitäts-Vermehrung ſtehe eine Wärmecapacitäts-Verminderung des desoxydirten Körpers entgegen. Dieſer ſey hier kein anderer als die Luft. Die Elektriſirung der Luft durch Desoxydation, oder vielmehr durch Wärmecapacitäts-Verminderung, zeigten uns van Marum's Verſuche auffallend, wo nach wenigen Umdrehungen der Maſchine die Luft des ganzen Saals merklich poſitiv elektriſch geworden war; auch habe er beobachtet, daß die negative Elektricität des negativen Leiters ungleich ſchwerer ſich verbreitete, da ſie doch gleich ſtark war; ein Verſuch, der ſehr für ſeine Meinung ſpreche. Auch ſey er überzeugt, daß das Zuſammendrücken der Luft ebenfalls poſitive Elektricität erzeuge.

Ferner bemerkt von Arnim, daß Leitungsfähigkeit für Elektricität mit Leitungsfähigkeit für die Wärme

im Verhältniß ſtehe. Da nun nach Mayer's Geſetz $L:l = \frac{1}{MA} : \frac{1}{ma}$ ſey (wo A und a die Wärmecapacitäten bezeichnen): ſo ſehe man die Abhängigkeit der Leitungsfähigkeit für Elektricität von der der Wärmecapacität. Außerdem würden wir keine Leitungsfähigkeit wahrnehmen, wenn es keine Nichtleiter gäbe, und die Leitungsfähigkeit eines und deſſelben Körpers ſtehe nicht im Verhältniß ſeiner Maſſe, ſondern ſeiner Oberfläche; eine Erfahrung, für deren Genauigkeit Achard und Coulomb bürgten. Aus dem Allen laſſe ſich folgern, daß an der Oberfläche des Leiters und des Nichtleiters zwey entgegengeſetzte Prozeſſe, Wärmecapacitäts-Vermehrung auf der Oberfläche des einen, Wärmecapacitäts-Verminderung auf der Oberfläche des andern vorgehe.

Die Nichtleitung eines Körpers könne alſo auch eben ſowohl durch die Größe der Wärmeleitung, als dadurch beſtimmt werden, in wie fern ſeine Oberfläche die Wärmecapacität ändern könne, ohne den Zuſammenhang des Ganzen zu ſtören, oder eine chemiſche Veränderung darin hervorzubringen. Jenes ſey beym Glaſe überhaupt, dieſes beym befeuchteten Glaſe nicht der Fall, daher ſie Nichtleiter ſeyen. Die Leitungsfähigkeit der Leiter werde folglich durch die Zerſtörbarkeit der Nichtleiter beſchränkt, und die entgegengeſetzten Eindrücke, die Kortum und einige Andere an den vom elektriſchen Funken durchbohrten Körpern wahrnahmen, ſeyen Folge der verſchiedenen, aber auf beyden Seiten geänderten Capacität. Eben ſo erklärlich werde daraus der Herbertſche Verſuch, der beym Durchſchlagen des elektriſchen Funkens durch ein gut ausgekochtes Barometer Luft entwickelte; denn wer wiſſe nicht, daß ohne vorſichtige Bewegung auch

aus

aus dem am beſten ausgekochten Queckſilber allmählig wieder Luft aufſteige, und ein wiederholtes Auskochen nothwendig mache? Was dort lange Abwechſelung der Temperatur thut, leiſte hier die ſchnelle Capacitäts-änderung im Augenblicke.

Da nun die Veränderung der Wärmecapacität im chemiſchen Prozeſſe ſo groſe Veränderungen bewirke, und durch Elektriſirung die Wärmecapacität verändert werde; ſo laſſe es ſich leicht vorherſehen, daß die Elektricität Wirkungen hervorbringen werde, die ſonſt nur bey ſehr veränderter Temperatur vorgingen. So wie durch die vom Reiben hervorgebrachte Erwärmung die Oxydation des Amalgama angefangen habe, ſey dieſe ſich ſelbſt Quelle der entſtehenden Oxydation, Wärmecapacitäts-Vergrößerung und Elektricität geweſen.

Wir müßten einräumen, daß ohne einen Nichtleiter weder Elektricität entſtehen, noch die entſtandene wahrgenommen werden könne. Wollten wir nun, nach dem Sprachgebrauche, eine Verbindung von Leitern eine Kette nennen; ſo könnten dieſe Leiter keine elektriſche Entgegenſetzung gegen einander haben. Das erſte Erforderniß ſey daher Unterbrechung derſelben. Die Elektricität könne daher auch allgemein als die Wirkung in einer unterbrochenen Kette betrachtet werden; eine Anſicht, wodurch die Galvaniſchen Erſcheinungen in ihre Sphäre fielen, und beyde ſich gegenſeitig der Geſetze erfreuen werden, deren jede einzelne ſich unterworfen finde. Hrn. v. Arnim bleibt es daher, für jetzt wenigſtens, wie auch in Rückſicht anderer Theile der Naturwiſſenſchaft, ein höchſt wichtiges Reſultat, daß die Elektricität keine Materie als Grundſtoff aufzuweiſen habe, ſondern daß ſie nur in einem gewiſſen Verhältniß der Körper gegen einander gegründet ſey.

Auch Bohnenberger*) hat verſchiedene Einrichtungen von Elektricitätsverdopplern und Elektricitätsduplikatoren angegeben, welche, mit gehöriger Vorſicht gebraucht, keine fehlerhafte Reſultate geben ſollen, die vorzüglich Cavallo an dem Duplikator und an andern elektriſchen Apparaten bemerkt haben wollte. Bohnenberger hat aber Cavallo's Bemerkungen einige Gegengründe entgegengeſetzt, und zugleich bemerkt, daß ſein Multiplicator der Elektricität denſelben zweydeutigen Reſultaten unterworfen ſey. Es ſey zwar kein Zweifel, daß in der Platte des Duplikators immer weit mehr Elektricität zurückbleibe, als in der des Multiplikators, davon könne man ſich bey jedem Verſuche überzeugen; allein da Cavallo ſelbſt ſage, daß man nach jedem Verſuche alle drey Platten des Multiplikators mit dem Finger berühren müſſe, um ihnen alle mitgetheilte Elektricität zu entziehen und das Inſtrument zu einem zweyten Verſuche geſchickt zu machen; ſo könne man ja eben dieſes bey Platten des Duplikators thun, und er ſehe nicht ein, warum der Finger nicht auch bey dieſen ſollte bewirken können, was er bey jenen bewirkt.

Elektricität einiger Körper.

Außer dem Tourmalin iſt auch die Eigenſchaft, durch bloße Erwärmung elektriſirt zu werden, an dem braſiliſchen und ſibiriſchen hochgelben Topas, am kryſtalliſirten Galmey und am Boracit wahrgenommen worden. Die Elektricität des Boracits iſt von Hauy

a) Beſchreibung unterſchiedlicher Elektricitätsverdoppler von einer neuen Einrichtung, nebſt einer Anzahl von Verſuchen über verſchiedene Gegenſtände der Elektricitätslehre. 8. Tübing. 1798.

Hauy [b]) entdeckt worden. Dieſer ſtellte ſeine Verſuche mit Würfeln an, wovon 4 Ecken ſo abgeſtumpft waren, daß jede davon herrührende Fläche der nicht abgeſtumpften Ecke gerade gegen über ſtand, und wovon auch die 12 Kanten des Würfels abgeſtumpft waren. In dieſen Kryſtallen des Boracits kann man vier verſchiedene Achſen wahrnehmen, welche eine ähnliche Lage haben, und wovon jede durch eine nicht abgeſtumpfte Ecke des Würfels und durch die Mitte der entgegengeſetzten Abſtumpfungsfläche geht. Die Elektricität äußert ſich in den Richtungen dieſer vier Achſen ſo, daß diejenige von den beyden einerley Achſe zugehörigen Ecken, welche abgeſtumpft iſt, + E hat, während die gegenüberſtehende nicht abgeſtumpfte Ecke — E zeigt.

Nordlicht und einige andere feurige Lichterſcheinungen.

Nach Canton haben die Naturforſcher faſt allgemein das Nordlicht als ein elektriſches Phänomen betrachtet. Bertholon de St. Lazare entwarf eine der Eberhardſchen ähnliche Theorie der Nordlichter, und las ſie im Jahre 1777 der Akademie zu Montpellier vor. Seine Abhandlung befindet ſich beym Rozier, woraus Lichtenberg [c]) einen Auszug mittheilt und zugleich Anmerkungen beyfügt. Er ſetzt den Grundſatz feſt, daß man eine deſto größere Menge Elektricität antreffe, je höher man in der Atmoſphäre über der Erdfläche kommt. Auch glaubt er, daß das Licht deſto heller ſey, je ſtärker der Dunſtkreis ableite; allein dabey bemerkt Lichtenberg, wenn dieß ſeine Richtigkeit hätte, ſo müßte ſich über jedem Gewitter oder

b) Journal de phyſique. 1778.

c) Gothaiſches Magazin. B. I. St. I. S. 143 f.

oder Regen zur Nachtzeit ein Nordlicht zeigen. Uebrigens hält er dafür, daß die aufſchießenden Strahlen auf den hellen Bogen ſenkrecht ſtehen, und bloß aus optiſchen Gründen zu divergiren ſcheinen.

Auch nach Hube ſind die erſten Quellen des Lichts, aus welchen die Atmoſphäre jene Phantome von Strahlen, Bogen, Streifen, u. ſ. f. bildet, unfehlbar aus ſtark elektriſirten Nebeln und Wolken abzuleiten, aus deren oberer Fläche die elektriſche Materie auf eine ſichtbare Art ausſtrömt. Dieſes beweiſt die ſtarke Elektricität, welche man oft bey Nordlichtern in der Atmoſphäre findet, und das Geräuſch oder Knallen, welches man alsdann oft, beſonders in ſehr kalten Ländern, in der Luft hört. Ferner beweiſen es die wirklichen Blitze, welche man bey großen Nordlichtern oft in dem erleuchteten Theile des Himmels geſehen hat; am meiſten aber die Gewitter, welche ſich zuletzt in Nordlichter verwandeln. Hube hat dergleichen ſelbſt beobachtet, und kann daher um deſto gewiſſer behaupten, daß zuweilen Gewitterwolken, welche gegen Abend nach Norden zu fortgetrieben werden, beym Anfange der Nacht Nordlichter verurſachen, unfehlbar weil ſie ſich ſo hoch heben, daß ſie ſich ihrer Elektricität nur von oben entladen können. Solche Gewitterwolken ſchleudern nicht nur Strahlen und Lichtſtreifen in die Höhe, ſondern ſie veranlaſſen auch oft helle Bogen, die von Oſten nach Weſten fortgehen. Auch bemerkt er, daß man unfehlbar der Elektricität jene Dunkelheit einiger Stellen des Himmels und die Schwärze einiger Wolken bey großen Nordlichtern zuſchreiben müſſe. Denn auch ſchwere Gewitterwolken ſeyen oft ſo ſchwarz, und ſelbſt der klare Himmel unter ihnen erſcheine oft in einiger Entfernung dunkel. Vielleicht

werden

werden ſogar einige elektriſirte Wolken unter gewiſſen Umſtänden ganz durchſichtig. Indeſſen hält doch Hube die langen vom Horizonte aufſteigenden Strahlen, die lodernden und wallenden Flammen, die hellen Bogen und mehrere andere Erſcheinungen der Nordlichter größtentheils für bloße Bilder, welche durch die Brechung und Zurückwerfung des Lichts in einer mit gefrornen Dünſten angefüllten Atmoſphäre erzeugt werden. Denn er ſagt, man habe bey großen Nordlichtern häufig ſolche zum Theil länglicht runde Bogen geſehen, dergleichen oft auch bey Tage ſich um die Sonne zeigen, und aus dieſen ſchoſſen, wenn ſie nahe am Horizonte waren, häufige Strahlen. Nun gibt Jedermann zu, daß die Bogen um die Sonne kein wirkliches Feuer ſind, ſondern durch die Brechung des Lichts in der Atmoſphäre entſtehen. Folglich müſſen auch die Bogen der Nordlichter, wenigſtens zum Theil, einen ähnlichen Urſprung haben. Ferner pflegt die untergehende Sonne vor großen Nordlichtern häufige, ſehr große und ſehr helle Lichtſtreifen in Weſten zu zeigen, und dieſe beweiſen, daß alsdann in der Atmoſphäre ähnliche Streifen auch durch andere Arten von Licht erzeugt werden können. So iſt auch der Eisblink ein von der mit gefrornen Dünſten angefüllten Atmoſphäre der kalten Länder zurückgeworfenes und oft ſehr ſtarkes Licht. Endlich ſcheint oft, beſonders im Winter, wenn es ſchneyen will, der Himmel beym Untergange und Aufgange der Sonne zu brennen; ja es zeigen ſich alsdann an ihm, wenn es irgendwo in der Ferne brennt, Strahlen, welche denen des Nordlichts ſehr ähnlich ſind. Außerdem lehrt die Erfahrung, daß eben daſſelbe Nordlicht an verſchiedenen Orten allezeit auf eine verſchiedene Art erſcheint, ja daß es oft bey klarem Himmel an einem Orte geſehen wird, an dem

andern aber nicht, ungeachtet beyde Oerter nur einige Meilen von einander entfernt ſind. Wie wäre dieß möglich, wenn nicht die vornehmſten Erſcheinungen des Nordlichts bloß von der Beſchaffenheit der Dünſte in der Atmoſphäre, und von der Art, wie ſie das Licht zurückwerfen und verändern, abhiengen? Hieraus begreift man auch, warum wir nur von einem ſolchen Lichte, welches nahe am Horizont iſt, lange Strahlen erhalten [d]).

Was das Wetterleuchten betrifft, ſo findet dieß vorzüglich ſtatt, wenn ſich die Atmoſphäre ſchon durch wirkliche Gewitter abgekühlt hat, und wird am meiſten von der Abenddämmerung an bis zur Morgendämmerung bemerkt. Indeſſen iſt dieſe Erſcheinung an einigen Orten innerhalb der Wendekreiſe ein eben ſo alltägliches Phänomen, als das Nordlicht innerhalb des nördlichen Polarkreiſes. P. J. Blach [e]) erzählt von den niedrigen Küſten der Inſel Sumatra, daß ſich das ſelbſt faſt jede Nacht von der Abenddämmerung an bis zum Morgen, da das Tageslicht ſie unmerklich macht, ununterbrochene ſtille Blitze zeigen. Reimarus [f]) vergleicht das Wetterleuchten mit den elektriſchen Strahlen, welche man bey den gewöhnlichen Verſuchen im Dunkeln von einem Körper ausfahren ſieht, der durch einen beſtändigen Zufluß von elektriſcher Materie überladen wird, und doch keinen beſtimmten Gegenſtand findet, dem er dieſelbe durch einen Funken mittheilen kann. Das Wetterleuchten ſcheint ihm alſo eine fortgeſetzte

d) Vollſtänd. und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. B. I. Brief 60.

e) Neue Schwediſche Abhandl. Th. I. 1780. der deutſch. Ueberſ. S. 97.

f) Neue Bemerkungen vom Blitze. Hamb. 1794. 8. S. 73 f.

geſetzte Anhäufung der Elektricität in der Wolke anzudeuten, welche ſie, wenn kein leitender Körper innerhalb der Schlagweite zugegen iſt, zerſtreut in die Atmoſphäre ausſendet.

Auch das St. Elmusfeuer hat man in den neuern Zeiten für ein elektriſches Phänomen angeſehen. Man iſt allgemein der Meinung geweſen, daß die in der Luft angehäufte elektriſche Materie durch die Gegenſtände auf der Erde als Leiter derſelben zur Erde geführt werde. Allein Reimarus hält die Wetterlichter nicht ſowohl für ein Zeichen des Abzugs der elektriſchen Materie aus der Wolke ſelbſt oder ihrem Wirkungskreiſe, als vielmehr für eine Gegenwirkung auf häufige, in der Luft oder den Dünſten zerſtreute elektriſche Materie, etwa ſo, wie man durch Spitzen, welche von einem elektriſirten Körper ausgehen, die Luft im Zimmer, beſonders wenn viele Dünſte darin ſchweben, elektriſiren kann. Sie ſcheinen ſich nicht während des Gewitters, ſondern erſt nach deſſen Zertheilung zu zeigen, werden auch von den Schiffern für ein Zeichen des ſich verlierenden Gewitters gehalten. Ihre Fortdauer wird vorzüglich durch den Wind begünſtigt, zuweilen erſcheinen ſie auch ohne Gewitter bey feuchter und ſtürmiſcher Luft. Die Seltenheit ihrer Erſcheinung könne man vielleicht daraus erklären, daß zu ihrer Entſtehung eine negative Elektricität in der Luft erfordert werde, welche nicht ſo häufig als die poſitive vorkommt, weil die elektriſchen Verſuche lehren, daß die Feuerbüſchel an Spitzen ein entgegengeſetztes — E anzeigen.

Elektriſche Fiſche.

In den neuern Zeiten ſind zu den bereits bekannten elektriſchen Fiſchen noch der Zitterwels, Raaſch (Silu-

(ſilurus electricus), der elektriſche Stachelbauch (tetrodon electricus), und der trichurus indicus hinzu gekommen. Der Zitterwels hält ſich in den Flüſſen von Afrika auf. Adanſon und Forskål gedenken dieſes Fiſches kürzlich, und Brouſſonet[g]) liefert von ihm eine Beſchreibung und gibt ihm den franzöſiſchen Namen le trembleur.

Den elektriſchen Stachelbauch hat ein engliſcher Schiffslieutenant Paterſon[h]) auf einer Reiſe nach Indien entdeckt, da er ſich bey der Inſel St. Juan, einer von den Comorren, zwiſchen der Küſte Zanguebar und der Inſel Madagaſcar aufhielt. In einem vom Seewaſſer ausgehöhlten Felſen, wo die Wärme des Waſſers zwiſchen 50 und 60 Fahrenh. Grade war, fing er ein Paar derſelben in einem Netz, und da er den einen angreifen wollte, bekam er einen ſo heftigen elektriſchen Schlag, daß er loslaſſen mußte. Inzwiſchen brachte er beyde ans Land; da er aber ein Paar tauſend Schritte von dem Orte, wo er ſie gefangen hatte, das Netz aufmachte, war der eine todt, und der andere äußerſt ſchwach. Dieſer Fiſch war 7 Zoll lang und 2½ Zoll breit; ſein Kopf war ſehr verlängert, und er ſchien zum Geſchlecht der Stachelbäuche zu gehören. Der Rücken war dunkelbraun, der Bauch meergrün, die Seiten gelb, die Floſſen und der Schwanz grünlich, der Leib mit rothen, grünen und weißen Flecken überſäet, wovon die letztern ſehr glänzend waren; er hatte weit offene Augen mit einer rothen Iris, deren äußere Ränder gelb waren.

Die elektriſchen Stöße der elektriſchen Fiſche ſucht Volta auf eine ähnliche Art, wie die Wirkung ſeiner Säule

g) Mémoir. de Paris. 1782.

h) Philoſoph. Transact. Vol. LXXVI. P. II. n. 9. Gothaiſch. Magazin. B. IV. St. 4. S. 48.

Säule, zu erklären. Man weiß, ſagt er in ſeinem Briefe an **Banks**, aus der Zergliederung des Zitterrochens und des Zitteraals, daß ihre elektriſchen Organe aus membranöſen Theilen beſtehen, die in ihrem Innern, von einem Ende zum andern, mit einer großen Menge dicht auf einander liegender, vielleicht durch irgend eine Feuchtigkeit von einander getrennter dünner Scheiben oder Häutchen gefüllt ſind. Es läßt ſich nicht annehmen, daß einige dieſer Scheiben Nichtleiter ſind, die durch Reibung, oder gleich kleinen Elektrophoren, geladen würden, oder wie **Nicholſon** meine, wenigſtens die Stelle eines guten und dauerhaften Condenſators vertreten könnten. Denn Fett und einige ähnliche Flüſſigkeiten ausgenommen, leiten alle lebende oder friſche thieriſche Stoffe die Elektricität beſſer als Waſſer; und weder das Fett, beſonders wenn es, wie im lebenden Thiere, halb- oder gar flüſſig iſt, noch jene Flüſſigkeiten, ſind eine elektriſche Ladung anzunehmen oder zu behalten fähig. Ueberdieß ſind die Häutchen und Flüſſigkeiten im Organe des Krampffiſches weder fett noch ölig. Da dieſes Organ bloß aus leitenden Stoffen beſteht, ſo läßt es ſich weder mit dem Elektrophor, noch mit der Leidner Flaſche, noch mit irgend einer andern Vorrichtung vergleichen, wo iſolirte Körper durch Reibung elektriſirt werden, ſondern lediglich mit der Säule. Nach dieſer Analogie der Säule zu urtheilen ſcheint der Mechanismus, durch den der Krampfrochen Stöße ertheilt, darauf zu beruhen, daß er einige von einander entfernte Theile ſeines elektriſchen Organs (entweder einzelne Säulen, oder vielleicht die Häute, welche in jeder Säule mit dünnen Scheiben über einander liegen), einander nähert, indem er die Säulen zuſammendrückt. Oder vielleicht läßt er in dem Augenblick des Stoßes

zwiſchen

zwiſchen die Häutchen und Zwiſchenwände eine Feuchtigkeit fließen. Die Erregung der Elektricität und alles Uebrige der elektriſchen Wirkung iſt nur eine nothwendige Folge der Einrichtung des elektriſchen Organs, das aus vielen Reihen von Leitern beſteht, die wahrſcheinlich verſchiedenartig genug ſind, um in ihrer gegenſeitigen Berührung das elektriſche Fluidum zu erregen, und die vermuthlich ſo neben einander liegen, daß ſie es alle nach einerley Richtung treiben. Eine mit Wachs umzogene Säule gibt auch unter Waſſer Schläge. Wenn man mehrere ſolcher Säulen neben einander ſtellt, die ſich nach Belieben verbinden oder außer Gemeinſchaft ſetzen ließen, ſo würden ſie dem elektriſchen Organ des Zitteraals ziemlich ähnlich werden. Um ſie dieſem im Aeußern noch ähnlicher zu machen, könnte man ſie durch biegſame Dräthe oder wurſtförmige Stahlfedern unter einander verbinden, und nach ihrer Länge mit einer Haut überziehen, die ſich im Kopf und Schwanz endigte.

Geoffroy hat auf ſeinen Reiſen Gelegenheit gehabt, einige Arten der Zitterfiſche zu unterſuchen, und aus ſeiner Zergliedrung der elektriſchen Organe ſcheint Volta's Meinung, daß ſie mit ſeiner Säule viel Aehnlichkeit haben, ziemlich beſtätigt zu werden, ob ſie gleich Geoffroy einer elektriſchen Batterie oder einer Blitzſcheibe ähnlich findet. Er entdeckte nämlich, daß das elektriſche Organ der Zitterfiſche abwechſelnd aus Nerven und einer weichen aus Eyweiß und Gallerte beſtehenden Maſſe, in die ſich die Nerven verbreiten, und aus ſehnichten Blättern, die ſich durch dieſe weiche Maſſe hinziehen, zuſammengeſetzt iſt.

Meinun-

Meinungen über das Weſen der Elektricität.

Bis jetzt ſind die Naturforſcher immer noch zweyerley Meinung in Anſehung der elektriſchen Materie; nach der einen wird mit Franklin nur eine elektriſche Materie, nach der andern aber zwey, nämlich + E und − E angenommen. Remer [i]) in Helmſtädt führt einige Verſuche an, welche nach ſeiner Ueberzeugung mit der Franklinſchen Theorie zu ſtreiten ſcheinen. Als er nämlich eine brennende Kerze an eine Spitze, welche ſowohl am poſitiven als negativen Conduktor befeſtigt war, brachte, ſo ward ſie von beyden weggeblaſen, als ob aus der Spitze ein Wind auf ſie wehte; näherte er aber die Flamme der negativen Spitze bis auf einige Linien, ſo fing die Flamme lebhafter zu brennen an, zog ſich mit ihrem mittlern Theile nach der Spitze hin, und nahm eine bauchige halbmondförmige Geſtalt an, ſo daß die Spitze der Flamme von der Drathſpitze abgewandt war, ihr Körper aber dem Drathende ſich näherte. Am poſitiven Conduktor aber löſchte die Flamme ſogleich wieder aus, als er ſie der Drathſpitze nahe brachte, und ſelbſt bey der ſchwächſten Elektricität konnte er es nicht dahin bringen, daß ſie eben die Geſtalt erhielt, welche ſie am negativen Conduktor angenommen hatte. Nach Remer's Meinung iſt dieſe Erſcheinung weder mit dem Franklinſchen noch mit dem dualiſtiſchen Syſteme vereinbar.

Bey ſehr ſchwachen Elektricitäten glaubte Remer wahrgenommen zu haben, daß oft ein Funken am poſitiven Conduktor aus ſeinem Finger in denſelben überſprang, da hingegen bey dem negativen Conduktor gerade das Gegentheil ſtatt fand. Hiernach ſchien alſo die

i) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. VIII. S. 330 f.

die poſitive Elektricität etwas zu erhalten, die negative etwas abzugeben.

Endlich ſteckte er auf den mit dem Reibzeuge verbundenen Conduktor einen $\frac{1}{4}$ Linie dicken, mit einer Kneipzange abgeſchnittenen, alſo ſchneidend ſcharfen Drath. So lange der Cylinder der Maſchine umlief, zeigte ſich ſehr deutlich ein leuchtender Stern auf der Spitze; als aber die Maſchine ſtand, verſchwand er einen Augenblick; es kam aber ſehr bald ein Strahlenbüſchel mit einem ziſchenden Geräuſch hervor, wie wenn ſich der Drath auf dem poſitiv elektriſirten Conduktor befände. Dieſer Büſchel ſtand einige Sekunden, und verlor ſich dann plötzlich. Er kam jedesmal zum Vorſchein, wenn er den Conduktor elektriſirt hatte. Bey ſchwacher Elektricität gelang dieſer Verſuch nie, auch bey dicken, ſcharfen und ſtumpf zugeſpitzten Dräthen nicht. Daher ſchien die Geſtalt des Draths von einigem Einfluſſe zu ſeyn.

Hr. Sekretair Wolf zu Hannover hingegen hat aus andern Verſuchen zu erweiſen geſucht, daß es wirklich nur Eine elektriſche Materie gebe. Den ſchönſten und zugleich ſehr überzeugenden Anblick, daß ein + elektriſcher Funke mit ſeinen Nebenzweigen von der negativ eingerichteten Vorrichtung zur Ableitung hingehe, mithin, daß nur Eine elektriſche Materie da ſey, die man Rechts und Links lenken könne, und daß dieſe Lenkung das + und — elektriſche Spielwerk veranlaſſe, zeigt, wie er glaube, ein großer Henleyſcher leuchtender Leiter ſehr beſtimmt; er meint wenigſtens einen ſolchen, der 2 Fuß lang iſt, oder 3 bis 4 Zoll im Lichten hat. Wird dieſer Leiter bey ſehr trockener Temperatur der Luft möglichſt exaltirt; ſo kommt der Lichtſtrahl von einem hinreichend + elektriſirten 5 quadratfüßigen

füßigen Ladungsglaſe zu der Perſon her, und geht von derſelben ab, wenn die Flaſche geladen — iſt. Von der unverſtärkten Elektricität geht der Strahl gleichfalls nach der vorigen Ordnung über, und führt unzählige von ihm ausſtrömende Zweige mit ſich. Eine kleine Elektriſirmaſchine, z. B. mit einer 14zölligen Scheibe, iſt unter günſtigen Umſtänden hinreichend, dieſe über alle Maaße ſchönen und lehrreichen Verſuche im Dunkeln darzuſtellen. Wollen wir, frägt Wolf, für die Einheit der elektriſchen Materie noch weitere Beweiſe?

Eine eigene in ſehr bildlichen Ausdrücken eingekleidete Theorie hat der Hofrath Voigt in Jena entworfen. Im Grunde iſt ſie eigentlich keine andere, als die gewöhnliche dualiſtiſche Theorie.

Ueber das Weſen der elektriſchen Materie haben die Naturforſcher ſehr verſchiedene Meinungen gehabt. Karſten nimmt den Stoff der + E für reine mit Elementarfeuer geſättigte Luft, die — E für das an eine zarte Säure gebundene Phlogiſton an.

De la Metherie betrachtet die elektriſche Materie als eine Art inflammabler Luft, ſo wie auch Sauſſüre vermuthet, die elektriſche Materie beſtehe aus Feuer mit einem unbekannten Grundtheile verbunden, und ſey eine der entzündbaren Luft ähnliche, aber viel feinere Materie. Dagegen ſucht Candi durch mehrere Verſuche dieſe Meinung zu widerlegen.

De Lüc hält ſein elektriſches Fluidum aus einer feinen fortleitenden Flüſſigkeit und aus einer ſchweren Subſtanz zuſammengeſetzt. Ein Beſtandtheil davon ſoll das Licht ſeyn.

Lichtenberg meint, es ſey wohl gewiß, daß das elektriſche Fluidum zuſammengeſetzt ſey, ob und

 wie

wie es bey den Erſcheinungen getrennt werde, ſey noch unentſchieden.

Gren [k]) hat ſich von der Natur und Zuſammenſetzung der elektriſchen Materie folgende Vorſtellung gemacht: weil die poſitiv elektriſirten Körper nicht ſchwerer, die negativ elektriſirten nicht leichter ſind, als in ihrem unelektriſchen Zuſtande, auch bey Unterſuchungen mit den feinſten Wagen, ſo folgt, daß die elektriſche Materie eine imponderable Subſtanz ſeyn müſſe, in deren Zuſammenſetzung kein wägbarer Stoff eingeht. Die elektriſche Materie wird nur frey, wirkſam und thätig in und auf Nichtleitern. Das elektriſche Anziehen und Abſtoßen, was ein elektriſirter Leiter zeigt, zeigt er nur vermöge der elektriſchen Atmoſphäre, d. i. der in der Luft, als einem Nichtleiter, thätigen elektriſchen Materie. Wäre die Luft ein Leiter, ſo würden wir gar nichts von elektriſchen Erſcheinungen wiſſen. Das elektriſche Licht zeigt ſich nur bey dem Uebergange oder Eintritte aus einem oder in einen Leiter durch einen Nichtleiter. Da die Torricelliſche Leere natürlich weder ein Leiter noch ein Nichtleiter iſt, ſo muß auch die elektriſche Materie darin am freyeſten werden, und das ſtärkſte Licht zeigen. Bey dem Uebergange des verſtärkten elektriſchen Funkens durch einen dünnen Drath, der davon glühend und geſchmolzen wird, wird das elektriſche Fluidum nur in ſo fern frey, als die wenige Maſſe die ganze Menge des ſtrömenden elektriſchen Fluidums nicht auf einmal faſſen kann. In den Leitern ohne Verbindung mit Nichtleitern wird alſo die elektriſche Materie nicht ſo frey, daß ſie ſich unſern Sinnen bemerkbar zeigt. Es folgt hieraus, daß die Nichtleiter weit weniger Anziehungskraft

k) Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. §. 1408 f.

kraft zur elektriſchen Materie haben müſſen, als die Leiter. Die thätige elektriſche Materie zeigt ſich als ein expanſives Fluidum, deſſen Theile überwiegende Repulſionskraft beſitzen, welche nur durch Anziehung anderer Materien dagegen ins Gleichgewicht, und ſo zur Unthätigkeit gebracht werden kann.

Die Anhäufung der elektriſchen Materie auf einem Leiter geſchieht nicht durch chemiſche Verbindung damit, ſondern nur durch Adhäſion. Der Beweis dafür iſt, daß die elektriſirten Leiter nur auf der Oberfläche, nicht im Innern elektriſirt ſind, und daß die Vertheilung der Elektricität unter iſolirte Leiter ſich nicht nach ihren Maſſen, ſondern nach ihren Oberflächen richtet.

Die aus Leitern bey dem Uebergange durch Nichtleiter, wegen mangelnder Anziehung der letztern dagegen, ganz frey werdende elektriſche Materie zeigt ſich als Licht, bey dem wir an ſich keine Verſchiedenheit von dem Lichte wahrnehmen, das durchs Verbrennen verbrennlicher Körper und auf andere Weiſe entſteht. Soll indeſſen unſer Geſichtsorgan dieſes Licht empfinden, ſo muß es natürlicher Weiſe, wie alles Licht, eine beſtimmte Intenſität quoad minimum beſitzen. Daher zeigt es ſich nur bey Funken, bey dem Ausſtrömen aus leitenden Spitzen oder bey dem Einſtrömen in dieſelben. Wegen der unvollkommenen nichtleitenden Eigenſchaft der Luft und anderer Nichtleiter wird indeſſen nicht alles durch ſie brechende oder ſtrömende elektriſche Fluidum frey und zum Lichte; und deßwegen kann durch Funken Mittheilung der Elektricität entſtehen.

Aus allen dieſen Thatſachen zieht nun Gren den Schluß, daß die elektriſche Materie nichts anders

 iſt,

iſt, als Lichtmaterie, oder aus der eigenthümlichen Baſis des Lichts und dem Wärmeſtoffe beſteht, die ihrer ganzen Zuſammenſetzung nach durch Adhäſion mit andern Materien latent gemacht, doch nicht chemiſch gebunden iſt.

Die Afficirung des Geruchſinnes durch elektriſirte Luft, des Geſchmacks durch den elektriſchen Strom, welcher die Nerven der Zunge reitzt, beweiſt nicht das Daſeyn eines Riechſtoffs, einer Säure u. dergl. in der elektriſchen Materie; ſondern nur, daß unſere Nerven durch Strömung der elektriſchen Materie gereitzt werden.

Eine in ihrer Art ganz eigene Theorie der Elektricität und der Natur derſelben hat D. Peart [l]) entworfen, welcher ſich zugleich bemüht hat, die Abgeſchmacktheit der Franklinſchen Hypotheſe zu zeigen. Nach ſeinem Syſtem von den Grundſtoffen der Natur nimmt er überhaupt zweyerley Materie, eine fixe und eine thätige, an, von denen die erſtere bloß Anziehung und Durchdringlichkeit beſitzt, die Theile der letztern aber von der erſtern angezogen werden und die Eigenſchaft beſitzen, ſich in geradlinichten Strahlen zu ordnen, welche von fixen Theilchen aus, wie von einem Mittelpunkte, divergiren, und um jene eine Atmoſphäre bilden. Dieſe ſind wiederum von doppelter Art: Aether und Phlogiſton, und von dieſen zwey thätigen Stoffen leitet er alle elektriſche Erſcheinungen her.

Joſeph Gardini [m]) äußert die Vermuthung, daß die elektriſche Materie aus zwey einfachen Grundſtoffen beſtehe, nämlich dem reinen und verdünnten Phlo-

l) *Peart* on electricity &c. Gainsborough 1791. 8.

m) De electrici ignis natura diſſ. Mantuae 1792. cum tab. aen.

Phlogiſton, und dem reinſten Elementarfeuer, welches das erſtere verdünnt zurückhalte, daß es unter der Geſtalt des Lichts erſcheine.

Schrader [n]) läßt die elektriſche Materie aus drey Beſtandtheilen beſtehen, nämlich aus Sauerſtoff, Lichtſtoff und Wärmeſtoff; und zwar ſey der Sauerſtoff ihre eigentliche Baſis, der Lichtſtoff das Vehikel ihrer freyen Wirkſamkeit, oder ihr fortleitendes Fluidum, und durch die Verbindung mit dem Wärmeſtoffe werde ſie zum ſtrahlenden elektriſchen Lichte.

Achtes Kapitel.

Meynungen und Entdeckungen in der Lehre vom Magnetismus.

Beobachtungen und Verſuche.

Bisher hatte man allgemein angenommen, daß bloß eiſenhaltige Körper vom Magnet angezogen würden. Man glaubte ſogar, daß Eiſen in Säuren aufgelößt keine Wirkung von dem Magnet erleide; allein Brugmanns in Gröningen erwies von dem letztern das Gegentheil. So wurden z. B. einige Tropfen friſche Eiſenvitriolauflöſung auf einem auf dem Waſſer ſchwimmenden Papiere von dem Magnet angezogen. Cavallo [o]) glaubte die Entdeckung gemacht zu haben, daß gehämmertes Metall magnetiſch würde; dagegen

n) Verſuch einer neuen Theorie der Elektricität, welche auf Grundſätzen des neuen Syſtems der Chemie beruht. Altona 1796. 8.

o) Treatiſe on Magnetiſ. Lond. 1787. 8. p. 276 ſq.

gegen machte aber Bennet [p]) verſchiedene Verſuche, welche zu erweiſen ſchienen, daß der Magnetismus in dem gehämmerten Meſſing bloß von dem im Meſſing enthaltenen Eiſen herrühre. Daß indeſſen das Eiſen nicht das einzige Metall iſt, welches vom Magnet afficirt wird, haben neuere Erfahrungen außer Zweifel geſetzt. Nach Kohl [q]) wird auch der Kobalt ſelbſt im reinſten Zuſtande nicht allein vom Magnet angezogen, ſondern er iſt auch fähig, ſelbſt zum Magnet zu werden. Der Ritter Landriani meldete dem Hofr. Mayer in Prag [r]), daß zwey magnetiſirte Nadeln von Kobalt, welche er von dem Churfürſten von Sachſen erhalten habe, völlig ſo gut geweſen wären, als ſtählerne; nur ſey der vollkommen gereinigte Kobalt, welcher ſich auch ausdehnen und hämmern laſſe, eine ſchöne Politur annehme, und an der Luſt weder Glanz noch Farbe verliere, ſehr ſchwer zu erhalten. Allein noch weit auffallender iſt die Entdeckung des Magnetismus in einer Steinart, welche von Humboldt [s]) gemacht hat. Er fand nämlich in den Oberpfälziſchen und angrenzenden Gebirgen eine Gebirgskuppe von Serpentinſtein, welche einen ſehr ſtarken Magnetismus zeigte. Dieſe Kuppe iſt dergeſtalt gegen die Erdachſe gerichtet, daß das Geſtein am nördlichen Abhange bloße Südpole, am ſüdlichen Abhange bloße Nordpole zeigt. Die Maſſe beſteht aus reinem Serpentinſtein,

p) Philoſoph. Transact. 1792. Vol. LXXXII. P.I.; in Gren's Journ. der Phyſik. B. VII. S. 372.

q) Crell's neueſt. Entdeck. Th. VII. S. 39 f. Leonhardi's Zuſätze und Anmerk. zu Macquer's chymiſchem Wörterbuche. B. II. Leipz. 1792. S. 896. Anmerk.

r) Sammlung phyſikaliſcher Aufſätze von D. Johann Mayer. B. III. Dresd. 1793. 8. S. 388.

s) Gren's neues Journal der Phyſik. B. IV. S. 136.

ſtein, meiſt von lauchgrüner Farbe, welche hie und da in Chloritſchiefer übergeht. Das Gebirge hat nicht Eine Achſe, ſondern viele, die aber nicht in einerley Ebene liegen. Zwiſchen zwey wirkſamen Nordpolen liegt völlig unwirkſames Geſtein, welches aber weder durch äußere Kennzeichen, noch durch ſeine Miſchung von dem wirkſamen zu unterſcheiden iſt. Ein jedes noch ſo klein abgeſchlagenes Stück hat ſeine beyden Pole. Was aber einen ſehr weſentlichen Umſtand dabey ausmacht, und zugleich beweiſt, daß der Magnetismus nicht von fein eingeſprengtem Magnetſteine herrühren könne, iſt dieß: daß dieſe Steinart, welche eine ſo auffallende Polarität äußert, keine Spur von Anziehung gegen unmagnetiſches Eiſen zeigt. Das zerriebene Foſſil hängt ſich an den Magnet wie ein Bart an, aber Stücke bewegen kein Eiſenſtäubchen aus ſeiner Stelle. Das ſpecifiſche Gewicht dieſer Steinart geht von 1,901 bis 2,04 und iſt daher ſehr gering.

Ferner entdeckte der Berghauptmann von Trebra am Fuße des nordöſtlichen der beyden pyramidalen Granitfelſen, die Schnarcher genannt, auf dem Harze eine Stelle, wo die Magnetnadel vom magnetiſchen Meridian abweicht. Schröder in Wernigerode fand dieſe Eigenſchaft auch an dem andern höhern Schnarcher, und beſtimmte die Polarität des erſtern dahin, daß die Nordſeite deſſelben den Nordpol, die Südſeite den Südpol des Magnets anzieht. Wächter t) hat neue Beobachtungen an der erſten Stelle angeſtellt. Als er dieſe Stelle mit einem empfindlichen Taſchencompaß beſuchte, fand er, daß das nördliche Ende der Nadel, wenn es an dieſe Stelle gehalten wurde,

t) Aus dem Verkündiger. Nürnb. 1800. 22. St. S. 169 f.

wurde, etwa 15 bis 18° von ſeiner Richtung weſtlich abwich. An andern Stellen ſtand die Nadel ganz richtig im magnetiſchen Meridian. Auf der Spitze des Felſens zeigte ſich eine ganz vorzüglich ſtarke Polarität. Dieſe Spitze wird von drey großen, horizontal auf einander liegenden Granitblöcken, aus welchen die Schnarcher überhaupt zuſammengeſetzt zu ſeyn ſcheinen, gebildet. Wenn man an der öſtlichen Seite dieſer Blöcke ſteht, und die Nadel gegen ſie heranbewegt, ſo weicht ſie ſchon in einer Entfernung von 1½ bis 2 Fuß weſtlich von ihrer Richtung ab, und bringt man ſie dem mittelſten Blocke ganz nahe, ſo wird das nördliche Ende der Nadel völlig nach Norden gekehrt. Der Granitblock hat hier folglich ſüdliche Polarität. Dieſe Polarität zeigt ſich auch an den andern beyden Granitblöcken, aber nicht ſo ſtark, wie an dem mittelſten, und an dieſem reicht der ſtärkſte Wirkungskreis auch nur etwa ½ Fuß weit. Andere unterhalb dieſem liegende Blöcke zeigen gar keine magnetiſche Eigenſchaft.

Aus dieſen Beobachtungen folgert Wächter, daß der ganze Granitfelſen zu einem ungeheuren Magnet mit Nord- und Südpol geworden ſey; der erſtere liege weſtlich am Fuße, der letztere öſtlich an der Spitze, beyde in einer Diagonale des Felſens. An der nördlichen und ſüdlichen Seite liegen lauter Indifferenzpunkte.

Auch auf den hohen Klippen in der Grafſchaft Wernigerode entdeckte Wächter Polarität. Als er darauf den erſten Schnarcher noch einmal beſtieg, entdeckte er hier noch eine merkwürdige Anomalie in den magnetiſchen Erſcheinungen. Etwa in der Mitte des mittelſten Blocks auf dieſem Felſen lag der Südpol, und war bereits in einer Entfernung von 2 Fuß wirkſam.

ſam. Jetzt unterſuchte Wächter auch die beyden Enden dieſes Blocks, und fand, daß ſie beyde eine ſolche ſtarke Polarität zeigten, daß das ſüdliche Ende der Nadel in der Entfernung ſchon in Bewegung gerieth. An einem und demſelben Granitblocke befinden ſich alſo drey Pole, und zwar ſo, daß der Südpol in der Mitte des Blocks an den beyden Nordpolen am Ende eingeſchloſſen iſt.

Uebrigens bemerkt Wächter noch, daß der Oberfläche der Granitblöcke, oder dem eingemiſchten magnetiſchen Eiſen, wohl nicht die Urſache der magnetiſchen Erſcheinungen beygelegt werden könne. Eiſenfeile hafte nicht im mindeſten auf den ſtärkſten Fällen.

Auch Hauy [u]) bemerkte mehrere Arten von natürlichen Magneten. Schon im Jahr 1786 machte de Larbre bekannt, daß das Eiſenſalz von Valois, Puis-de-Domes und Mont d'Or Polarität zeige. Daſſelbe wurde auch an einem oktaedriſchen Eiſenkryſtall aus Schweden und aus Korſika, an Brocken verſchiedener Eiſenerze aus Franche-Comté, und an einem Eiſenſande von St. Domingo bemerkt; daher mußte es den Phyſikern auffallend ſeyn, daß andere Mineralkörper, die doch beträchtliche Mengen reguliniſches Eiſen enthalten, und ſo viele Jahrtauſende im Schoße der Erde geruht haben, keinen Theil von der Wirkung empfangen zu haben ſchienen, welche jene magnetiſch machte. Nur ſcheint man Unterſuchungen dieſer Art bisher vernachläſſigt zu haben. Hauy wählte eine kleine Magnetnadel von geringer Stärke, ſo

u) Bulletin des ſcienc. par la ſocieté philomatique. à Paris. An 5. N. 5. p. 34.

ſo wie man ſie in den kleinen Sonnenuhren findet, und nun wurde, was er in die Hände nahm, zu Magneten. Die Kryſtalle der Inſel Elba, aus Dauphiné, aus Framont und aus Korſika ſtießen an einer Seite den Pol ab, und zogen den entgegengeſetzten an, wodurch ihre Polarität überzeugend bewieſen war. Hierauf nahm er ſtatt der Magnetnadel einen magnetiſchen Stab, wie man ſich bisher zu ſolchen Unterſuchungen bedient hatte, und näherte einem ſeiner Pole den gleichnamigen Pol eines Kryſtalls von der Inſel Elba. Der größere Magnet hatte gerade nur ſo viel Kraft, die Polarität des Kryſtalls aufzuheben, ohne daß er hier ein Anziehen bewirkte; welches aber erfolgte, wenn man den Kryſtall in derſelben Lage an den entgegengeſetzten Pol des Magnetſtabes brachte.

Nur einem Zweifel war noch zu begegnen, ob nämlich nicht jene Kryſtalle nur vorübergehend dieſen Magnetismus angenommen haben, wie z. B. ein unmagnetiſches aufrecht gehaltenes Stück Eiſen, welches, ſo lange es in dieſer Lage iſt, mit der untern Spitze den Südpol abſtößt und den Nordpol anzieht, aber ſobald es aus dieſer Lage genommen wird, ſeine Magnetiſirung verliert? Allein die Kryſtalle zeigten in jeder Lage immer gleiche Magnetiſirung.

Aus dieſen Bemerkungen zieht Hauy den Schluß, daß alle, oder wenigſtens die Eiſenminern, die nicht mit Sauerſtoff überladen ſind, zu den natürlichen Magneten gehören, daß folglich der magnetiſche Eiſenſtein nicht allein als eine eigene Klaſſe von Eiſenminern in dem Mineralſyſtem müſſe aufgeführt werden, und daß man lieber bey jeder Eiſenminer den Grad ihrer Magnetiſirung angeben ſollte.

Ende

Endlich hat Coulomb [v]) aus Verſuchen geſchloſſen, daß alle Körper, von welcher Art ſie auch ſind, von der Wirkung des Magnets afficirt werden, und daß ſich die Größe dieſer Einwirkung meſſen läßt. Damit die magnetiſche Kraft in den Körpern wahrgenommen werden könne, müſſen ſelbige den höchſten Grad von Beweglichkeit haben, welchen Coulomb dadurch erhält, daß er ſie in Geſtalt ſehr feiner cylindriſcher oder parallelepipediſcher Nadeln an einem einfachen Faden Cocconſeide aufhängt. Ein ſolcher Faden kann höchſtens ein Gewicht von 8 bis 10 Grammes (170 Grän) tragen, und erfordert, um gewunden zu werden, eine ſo äußerſt geringe Kraft, daß eine Kraft von kaum $\frac{1}{10000}$ Gramme hinreicht, ihn um 360° zu drehen.

Coulomb ſtellt zwey magnetiſche Stahlſtäbe in gerader Linie mit den entgegengeſetzten Polen einander gegen über, und ſo, daß dieſe um 5 bis 6 millimètres weiter, als um die Länge des nadelförmigen Körpers, von einander abſtehen. Zwiſchen ihnen hängt er den Körper in die Mitte.

Der Erfolg war, daß der nadelförmige Körper, ſeine Natur und Geſtalt mochte noch ſo verſchieden ſeyn, ſich ſtets genau in die Richtung der Magnetſtäbe ſetzte. Drehte man ihn aus dieſer Richtung, ſo kehrte er jedesmal in dieſelbe nach einer Menge von Oſcillationen zurück, durch deren Geſchwindigkeit, verglichen mit dem Gewicht und der Geſtalt des Körpers, die Kraft, welche die Oſcillationen bewirkten, beſtimmt wurde. Einige hatten in einer Minute bis 30 Oſcillationen.

Aus

v) Journal de phyſique. Tom. LIV. p. 367.

Aus ſeinen erſten Verſuchen, welche er nach einander mit Streifchen Gold, Silber, Kupfer, Zinn, Bley, mit kleinen Glascylindern, mit einem Stücke Kreide, einem Stückchen Knochen und verſchiedenen Hölzern angeſtellt hat, glaubt er ſchon ſo viel ſchließen zu können, daß alle Elemente unſerer Erdkugel der magnetiſchen Einwirkung fähig ſind, und daß die Vereinigung dieſer Elemente unſern Erdkörper zu einem einzigen großen Magnet bilde.

Auch hat Coulomb mittelſt ſeiner magnetiſchen Wage, welche ſeiner elektriſchen ähnlich iſt, und von dieſer nur in der Geſtalt der Träger der Magnetnadel abweicht, das Geſetz gefunden, daß ſich die anziehenden und abſtoßenden Kräfte der magnetiſchen Materie gerade wie die magnetiſchen Intenſitäten, und umgekehrt wie die Quadrate ihrer Entfernungen verhalten.

Euler und Fuß [w]) wollten an den Magneten, mit welchen man Nadeln ſtreicht, einen kleinen Verluſt von magnetiſcher Kraft wahrgenommen haben, woraus ſie eine wirkliche Mittheilung der magnetiſchen Materie ſchloſſen. Selbſt Lichtenberg [x]) iſt geneigt, dieß bemerkte Phänomen für eine wirkliche Mittheilung oder einen Uebergang der magnetiſchen Materie zu halten, indem er ſagt: ſo wie der geriebene Elektrophor bey den erſten Operationen beträchtlich verliere, welches aber bald nachlaſſe, und ſodann gleichförmig wirke, eben ſo ſcheine auch hier am Anfange Uebergang zugleich mit, und zuletzt bloße Vertheilung zu wirken. Allein dieſer Verluſt iſt nur ſo gering, daß es

w) Obſervat. et exper. ſur les aimens; in *Rozier* Journal. ſuppl. 1782. p. 3.

x) Erxleben Anfangsgründe der Naturwiſſenſch. §. 558. Anmerk.

es vielmehr ſcheint, als ob ſich im Magnet ein Theil + M mit — M geſättigt habe, wodurch alsdann der Magnetismus nothwendig geringer ausfallen muß. Auch hat man ſchon längſt wahrgenommen, daß ſtarke künſtliche Magnete gleich nach ihrer Verfertigung etwas von ihrer magnetiſchen Kraft verlieren; aber auch hier ſcheint ein kleiner Theil + M durch — M gebunden zu werden, wenn die bey Verfertigung von außen her bewirkte Anſtrengung aufhört.

De Sauſſüre[y]) hielt es für ſehr wichtig, zu erfahren, ob die magnetiſche Kraft an verſchiedenen Orten veränderlich ſey, indem nach ſeinem Urtheile Entdeckungen dieſer Art vielleicht Aufklärungen in der phyſikaliſchen Theorie des Magnets geben, und das Geſetz, nach welchem die Veränderungen der magnetiſchen Richtungen erfolgen, beſtimmen könnten. Vorzüglich wichtig ſchien es ihm aber, zu entdecken, ob man die magnetiſche Kraft auf hohen Bergen eben ſo abnehmend finden werde, als die Schwere, welche mit wachſender Entfernung von der Erde immer geringer wird.

Zuerſt kam er auf den Gedanken, das größte Gewicht, welches ein gewöhnlich bewaffneter Magnet in der Ebene tragen kann, zu beſtimmen, und nachher eben dieſen Verſuch auf dem Berge von neuem anzuſtellen. Allein er fand dieſe Methode viel zu unſicher, indem dabey viel auf die Berührungspunkte der Armatur mit dem Eiſen ankam, welche er nicht beſtändig auf vollkommen gleiche Art treffen konnte. Daher dachte er auf ein anderes Mittel, die magnetiſche Kraft, ohne das Eiſen mit dem Magneten zu berühren, zu

y) Beſchreibung eines neuen Magnetometers, in ſeinen Reiſen. Th. II. S. 126 f.

zu meſſen. Er glaubte dieß anfänglich durch eine Feder bewerkſtelligen zu können, welche das Eiſen zurückhält, indem es der Magnet anzöge; allein auf dieſe Art würde er nur den Unterſchied zwiſchen den Kräften des Magnets und der Feder gefunden haben, wovon die letztere durch Kälte und Wärme, ſelbſt vielleicht noch durch andere Urſachen, einer Veränderung unterworfen iſt. De Sauſſüre wählte endlich die Schwere, welche zwar ebenfalls, aber nach bekannten Geſetzen eine Veränderung leidet.

Er nahm eine leichte und um ihre Achſe leicht bewegliche Pendelſtange, an deren Ende er eine eiſerne Kugel befeſtigte. Ein Magnet, welcher ſich in einer ſchicklichen Entfernung von der Stange befand, mußte die Stange aus ihrer vertikalen Richtung bringen, und weil die magnetiſche Kraft, welche nöthig iſt, die Kugel abzuziehen, in eben dem Maaße zunimmt, in welchem man die Kugel größere Bogen beſchreiben läßt, ſo mußte ſich auch aus den Veränderungen der Bogen die Veränderung der anziehenden Kraft des Magnets beſtimmen laſſen. Alles kam hierbey nur darauf an, die geringſten Veränderungen der Bogen dem Auge bemerkbar zu machen. Hierzu fand de Sauſſüre folgendes ſchickliche Mittel: er verlängerte die Pendelſtange über den Aufhängepunkt ſo weit hinaus, daß die Verlängerung mehrere Mal größer ward, als die Pendellänge unter dieſem Punkte, und ließ das obere Ende der verlängerten Stange an einem in ſehr feine Theile getheilten Bogen hingehen. Weil nun dadurch das obere Ende der Verlängerung mit dem untern Ende der Pendelſtange, an welchem die Kugel hieng, ähnliche Bogen beſchreibt, ſo erlangte er das durch ein Mittel, auch die Größe der feinſten Bewe-

gungen zu finden. Damit aber das Inſtrument trag-bar bliebe, trieb er die Verlängerung nicht weiter, als bis auf das Fünffache der Pendellänge.

De Sauſſüre ließ ſich von dem Künſtler Paul in Genf zwey dergleichen Inſtrumente verfertigen, welche ſeiner Abſicht aufs vollkommenſte entſprachen. Damit angeſtellte Verſuche überzeugten ihn, daß die eiſerne Kugel nach einigen ſehr regelmäßigen Schwingungen in einer beſtimmten Entfernung vom Magnet faſt ſtehen blieb, und daß ſie, wenn ſie aus dieſer Stellung gebracht wurde, nach einigen neuen Schwingungen mit der größten Genauigkeit wieder auf eben den Punkt zurückkam. Um dieſem Inſtrumente eine genaue vertikale Stellung zu geben, dient eine ſehr empfindliche Waſſerwage mit einer Luftblaſe. Der Magnet wird durch ſtarke Schrauben in jeder beliebigen Lage feſt gehalten, und ein Gehäuſe mit einer Glasſcheibe ſchützt das Pendel vor der Bewegung durch die Luft.

Mit dieſem Magnetometer hatte de Sauſſüre Beobachtungen verſchiedene Jahre hindurch angeſtellt, welche ihm aufs vollkommenſte bewieſen, daß die anziehende Kraft des Magnets veränderlich ſey. Die gewöhnlichſte Urſache dieſer Veränderungen fand er in der Wärme, bey deren Zunahme der Magnet an ſeiner Kraft verlor, beym Abnehmen hingegen gewann. Dieſe Veränderungen ſind an dieſem Inſtrumente ſo bemerkbar, daß es die Wirkung von $\frac{1}{2}$ Reaumür. Grad im Steigen und Fallen der Wärme zuverläſſig angibt.

Ein beſonderer Vortheil dieſes Inſtruments iſt der, daß ſeine Veränderungen in einem weit ſtärkern

Ver-

Verhältniſſe wachſen, als die Veränderungen der anziehenden Kraft ſelbſt. Die anziehende Kraft des Magnets wird ſtärker, wenn dieſer ſich dem Eiſen nähert, und zwar in gewiſſen Entfernungen in einem weit größern Verhältniſſe, als das umgekehrte der Quadrate der Entfernungen iſt. — Wiewohl Coulomb dieſes Geſetz durch ſeine ſinnreiche magnetiſche Wage in allen Entfernungen beſtätigt gefunden hat. —

De Sauſſüre und Trembley haben mit dieſem Inſtrumente auf dem Cramont, einem etwa 1400 Toiſen hohen Berge, die merkwürdige Beobachtung gemacht, daß die magnetiſche Kraft um zwey Abtheilungen des Gradbogens größer war, wenn der Pol des Magnets, welcher das Pendel anzog, gegen Abend, als wenn er gegen Morgen gekehrt war.

In der Pläne und unter übrigens gleichen Umſtänden iſt die Wirkung des Magnets ſtärker, wenn ſich ſeine Pole in der Richtung des magnetiſchen Meridians befinden; wenn hingegen die Pole deſſelben in einer Richtung liegen, welche den magnetiſchen Meridian ſenkrecht durchſchneidet, ſo iſt die magnetiſche Kraft einerley, der Nordpol mag gegen Abend oder gegen Morgen gekehrt ſeyn. Bloß die Wirkung eines andern Magnets oder Eiſens kann dieſe Gleichheit ſtören. Es ließ ſich alſo vermuthen, daß die hier bemerkte Ungleichheit von den eiſenhaltigen Subſtanzen in den weſtwärts gelegenen Bergen herrühre. Auch fand de Sauſſüre wirklich, als er vom Cramont nach dem Kirchthurme von Courmayeur viſirte, die Bouſſole auf 52° 15′ gegen Oſt, im Gegentheil aber, da er von Courmayeur aus nach dem Gipfel des Cramont viſirte, nur auf 49°; welches beweiſt, daß die Magnetnadel auf dem Cramont von den weſtwärts gelegenen

legenen Bergen wirklich angezogen, und dadurch die Abweichung der öſtlichen Gegenſtände um 3° 15′ vergrößert ward. Hieraus kann man einſehen, wie unzuverläſſig die Richtung der Magnetnadel in gebirgigten Gegenden iſt.

Coulomb hat über die magnetiſchen Kräfte ſehr viele ſchätzbare Verſuche angeſtellt. Er hat gefunden, daß ein jeder Stab Eiſen oder Stahl nur eines gewiſſen Grades des Magnetismus fähig iſt, welcher nicht überſchritten werden kann, ſo ſtark auch die Magnete ſind, womit er magnetiſirt wird. Er hat ferner bewieſen, daß die magnetiſchen Kräfte der Erdkugel, welche die verſchiedenen Punkte einer Magnetnadel ſollicitiren, in zwey entgegengeſetzten Richtungen wirken; daß der Theil der Nadel, welcher ſich gegen Norden richtet, gegen Norden hin angezogen wird, während der ſüdliche Theil der Nadel es gegen Süden wird; daß, wenn die Nadel, ſie mag magnetiſirt ſeyn, wie ſie will, auch unmittelbar nach dem Magnetiſiren, zur Hälfte durchgeſchnitten oder ein Theil davon genommen wird, die Summe der Kräfte, welche die Nadel oder den davon getrennten Theil gegen Norden ſollicitiren, genau gleich iſt der Summe der Kräfte, welche die Nadel oder ihren Theil gegen Süden ſollicitiren. Dieß Reſultat hat er aus mehreren Erfahrungen gezogen, wovon die einfachſte dieſe iſt, daß eine Nadel, vor und nach dem Magnetiſiren gewogen, in dem einen und dem andern Falle genau daſſelbe Gewicht hat. Noch weiter hat er durch verſchiedene Verſuche erwieſen, daß in Magnetnadeln von einerley Natur, deren Dimenſionen homolog ſind, die Momente der dirigirenden Kräfte ſich verhalten wie die Würfel der homologen Dimenſionen. Wenn er z. B. eine Magnetnadel von 1 Linie

Durchmeſſer und 6 Zoll Länge, und eine andere von 2 Linien Durchmeſſer und 12 Zoll Länge nimmt, deren homologe Dimenſionen ſich folglich wie 1:2 verhalten, ſo ſind die magnetiſchen Momente dieſer beyden Nadeln, wenn ſie bis zur Sättigung magnetiſirt ſind, im Verhältniß zu einander wie 1:8, d. i. das Verhältniß der Würfel ihrer homologen Dimenſionen.

Aus allen dieſen Erfahrungen ſucht Coulomb darzuthun, daß in ſtählernen Dräthen, deren Durchmeſſer in Vergleichung mit ihrer Länge unbeträchtlich iſt, die Spuren der Thätigkeit der magnetiſchen Materien gegen die Enden zu concentrirt ſind. Die Erfahrungen haben ihn gelehrt, daß die Curve, welche die magnetiſche Thätigkeit jedes Punkts einer Nadel vorſtellt, die nämliche ſey, die Länge des Stahls ſey welche ſie wolle, und daß ſie ſich vom Ende der Nadel bis auf eine Entfernung von dieſen Enden, welche 25 Durchmeſſern gleich iſt, erſtrecke; daß von da bis zur Mitte der Nadel die Thätigkeit nur ſehr gering iſt, oder daß die Ordinaten der Curve, welche dieſe Thätigkeit ausdrücken, beinahe mit der Axe ſelbſt zuſammenfallen. Dieß Reſultat hat er durch direkte Erfahrungen zu beſtätigen geſucht, indem er das Geſetz aufſuchte, nach welchem ſich die magnetiſche Thätigkeit der verſchiedenen Punkte einer bis zur Sättigung magnetiſirten Nadel von ihrem Ende bis zur Mitte richtet.

Er hieng an ein Querſtück eine Magnetnadel von 2 Linien Länge und $\frac{1}{4}$ Linie im Durchmeſſer auf, und befeſtigte unten an ſelbiger mit etwas Wachs einen kleinen kupfernen Cylinder unter einem rechten Winkel, welcher 2 Linien im Durchmeſſer und 1 Zoll Länge hatte. Sie wurde vermittelſt eines ungeſponnenen ſeidenen Fadens horizontal aufgehängt. In dem magnetiſchen

tiſchen Meridian dieſer Nadel wird ihr ein bis zur Sättigung magnetiſirter Stahldrath auf 3 bis 4 Linien genähert, welcher 2 Linien im Durchmeſſer hat. Coulomb nahm zuerſt einen Stahldrath von 27 Zoll Länge, ließ denſelben von 6 zu 6 Linien vertikal hinab, und beobachtete jedesmal die Schwingungen der Nadel.

1. Verſuch. Die Nadel machte, ehe man ihr den magnetiſchen Stahldrath vorhielt, nahe 1 Schwingung in 6″.
2. Verſuch. Stellte man das Ende des Stahldraths dem Niveau der Nadel gegenüber, ſo machte die Nadel in 60″ 64 Schwingungen.
3. Verſuch. Dieſes Ende 5 Linien tiefer geſenkt, machte die Nadel in 60″ 58 Schwingungen.
4. Verſuche. Das Ende 1 Zoll tief geſenkt machte die Nadel in 60″ 44 Schwingungen.
5. Verſuch. Das Ende 2 Zoll tief geſenkt machte die Nadel in 60″ 18 Schwingungen.
6. Verſuch. Das Ende 3 Zoll tief geſenkt machte die Nadel in 60″ 12 Schwingungen.
7. Verſuch. Das Ende 4½ Zoll tief geſenkt machte die Nadel in 6″ 1 bis 2 Schwingungen.

Eben dieß fand ſtatt, als er das Ende des Draths etwas über 22 Zoll, d. h. bis 4½ Zoll vom andern Ende hinabgeſenkt hatte, nur daß die Nadel hier einen andern Pol zukehrt; ſie gibt gegen dieſes andere Ende und mit den correſpondirenden Punkten deſſelben dieſelbe Anzahl von Schwingungen, als beym erſten Ende.

Die Thätigkeit, welche die Nadel zum Schwingen bringt, läßt ſich durch das Quadrat der Anzahl der Schwingungen, welche in einerley Zeit gemacht werden, meſſen. Hiernach hat Coulomb diejenige

Curve verzeichnet, welche die geometriſche Stelle der magnetiſchen Thätigkeit aller Punkte der Hälfte einer Nadel von 27 Zoll Länge und 2 Linien im Durchmeſſer vorſtellt. Die Ordinaten, welche die magnetiſchen Dichtigkeiten vorſtellen, nahmen ſchnell ab, und ſind beym 5ten Zoll faſt Null; von dieſem Punkte an bis zum 22ſten fällt dieſe Curve der Dichtigkeiten mit der Axe ſelbſt zuſammen, und in den 5 letztern Zollen des andern Endes befolgen die Ordinaten wieder daſſelbe Geſetz, aber in umgekehrter Richtung, ſo daß, wenn die erſtere eine poſitive Dichtigkeit hat, oder deſſen Thätigkeit auf den Pol derſelben Art repulſiv iſt, die des andern Endes auf denſelben Pol attraktiv iſt. Uebrigens haben Coulomb'en mehrere Erfahrungen gelehrt, daß die Curve, welche an den beyden Enden des Stahldraths die magnetiſche Wirkſamkeit jedes Punkts dieſes Draths vorſtellt, genau einerley iſt, welches auch die Länge der Dräthe ſey, wenn ſie nur über 8 oder 9 Zoll beträgt. Dieſe Curve kann nach mehreren Erfahrungen von Coulomb in der Ausübung als ein Dreyeck berechnet werden, welches ſich nur von den Enden der Nadel bis auf eine Entfernung von dieſem Ende, die dem 25fachen Durchmeſſer gleich iſt, erſtreckt. Folglich wachſen in den Nadeln, die eine größere Länge haben, als das 50fache ihres Durchmeſſers beträgt, die Momente wie die Längen der Nadeln ſelbſt. Beträgt hingegen die Länge der Nadel weniger, als das 50fache ihres Durchmeſſers, ſo können die Momente ihrer dirigirenden Kräfte in der Ausübung im Verhältniſſe des Quadrats der Längen der Nadeln geſchätzt werden.

Was die Verfertigung der künſtlichen Magnete betrifft, ſo iſt nach Coulomb die vortheilhafteſte

Methode dieſe: man nimmt einige 30 Bleche oder Stäbe von gefärbtem Stahl, welcher wieder bis zur consistence de reſſort angelaſſen iſt, jedes 5 bis 6 Linien breit, 2 bis 3 Linien dick und 36 Zoll lang. Das engliſche Stahlblech (la tôle d'acier d'Angleterre), welches in Stäbe von 1 Zoll Breite zerſchnitten worden, iſt hierzu am beſten. Hierauf wird ein jeder Stab auf folgende Art magnetiſirt: Man legt den Stab auf die Enden zweyer ſtarken Magneten (fig. 14.) NS und SN, nimmt hierauf zwey andere ſtarke Magnete N'S' und S'N', ſtellt beyde auf den zu magnetiſirenden Stab 7 bis 8 Linien von einander entfernt ſchief auf (die Punkte S und S' ſtellen die Südpole und die Punkte N und N' die Nordpole vor), und führt die beyden Stäbe in dieſer Stellung bis an das Ende der Nadel nſ etwa 5 bis 6 Mal. Hierauf werden zwey rechtwinklichte Parallelepipeden von ſehr weichem und gut polirtem Eiſen, 6 Zoll lang, 20 bis 24 Zoll breit und 10 bis 12 Linien dick, genommen, woraus die Armatur des Magneten gemacht wird, indem man das Ende eines jeden Parallelepipedums mit Schichten der magnetiſirten Stahlſtäbe umgibt, ſo daß das andere Ende deſſelben über das Ende der Stäbe 20 bis 24 Linien hervorragt. Auf die erſte Schicht von Stäben von 3 bis 4 Linien Dicke wird eine zweyte, welche 3 Zoll weniger in der Länge beträgt als die erſte, gelegt, ſo daß die erſten vor der zweyten um 18 Linien von jedem Ende hervorragen. Hiernächſt wird alles an den Enden durch zwey meſſingene Ringe befeſtigt, welche die Stäbe gegen einander preſſen, und das Herausfallen der Armaturen verhindern.

Die Erfahrung hat Coulomb gelehrt, daß, wenn man gewöhnliche Nadeln zu Compaſſen auf die

beyden Enden dieſer Magnete, wie vorher angezeigt iſt, auflegt, dieſelben bis zur Sättigung magnetiſirt werden, ohne daß es nöthig iſt, ſie noch mit zwey andern Magneten zu beſtreichen.

Vaſalli [z]) hat eine Methode angegeben, um künſtliche Magnete zu bilden, welche feſt und unveränderlich nach den Polen der Erdkugel zeigen. Statt der ſtählernen Nadeln magnetiſire man eine dünne Ellipſe aus Stahl, auf deren großer Achſe Eiſenblech liegt, indem man die beyden Bogen an den Endpunkten dieſer Axe nach der gewöhnlichen Art ſtreicht, und hänge die Ellipſe in ihrem Mittelpunkte über eine Mittagslinie auf. Bleibt die Axe in der Mittagslinie, ſo iſt die Magnetnadel fertig; wo nicht, ſo nimmt man auf die bekannte Art von dem einen Pole ſo viel Magnetismus weg, bis dieß geſchieht. Alsdann hat man eine Bouſſole, deren große Axe ſtets genau und ohne Abweichung nach den Erdpolen zeigt, wie Vaſalli, eilfjährigen Beobachtungen zu Folge, behauptet.

Allein Tremeri bemerkt ganz richtig, daß eine ſolche Vorrichtung unvermeidlichen Fehlern unterworfen ſey, und daß die künſtlichen Magnete, wie man auch ihre Geſtalt ändere, immer einer Abweichung unterworfen bleiben.

Eine ſonderbare Art, Magnetismus zu ſammeln und anzuhäufen, führte Lüdicke [a]) in Meiſſen auf Veranlaſſung eines Gedankens von v. Arnim über die Möglichkeit magnetiſcher Kettenverſuche aus. Er errichtete nämlich aus 50 magnetiſchen Stahlſtäbchen, jeder $1\frac{3}{8}$ Zoll lang und $\frac{1}{4}$ Zoll ins Gevierte, die ſo an einan=

z) Bulletin des ſcienc. An 5. p. 36 u. 44.

a) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. IX. S. 376.

einander gelegt waren, daß die ungleichnahmigen Pole je zweyer nächſten Stahle einander zugekehrt, jedoch durch ein mit Salzwaſſer getränktes Pappenſtückchen, das an beyde Pole anlag, getrennt waren, eine ſogenannte magnetiſche Batterie auf. Dieſe Stäbe ſtellten ſo zuſammengeſetzt ein großes Hufeiſen vor, welches in der Mitte nur ſo weit offen war, daß ein Waſſerglas, durch deſſen Ende zwey eiſerne Drathſpitzen gingen, zwiſchen den beyden letzten Stahlen Raum hatte. In dieſe beyden gegen einander überſtehenden Löcher dieſes Glaſes waren kurze Glasröhren, deren innere Oeffnung hermetiſch verſchloſſen war, eingekittet, ſo daß die ſcharf zugeſpitzten eiſernen Dräthe, welche außerhalb mit den Magnetſtäben verbunden wurden und innerhalb 1 Zoll weit von einander abſtanden, nirgends vom Waſſer berührt werden konnten, um nicht oxydirt zu werden. Das Waſſer in dem Waſſerglaſe hatte, ehe es in die Kette gebracht wurde, ſchon über eine Stunde geſtanden, und noch war in demſelben weder auf dem Boden noch auf der Röhre ein Luftbläschen zu ſehen, welches etwa von der verſchiedenen Temperatur des Waſſers und des Glaſes entſtanden ſeyn konnte. Abends um 7 Uhr wurde das Waſſerglas in die Batterie gebracht; ¼ auf 8 Uhr war das Glas noch ganz rein; erſt um 8 Uhr zeigten ſich auf der Glasröhre des Nordpols 8 ſehr kleine Blaſen; auf der Glasröhre des Südpols, ſo wie unten auf dem Boden, waren aber keine Blaſen zu ſehen. Um 10 Uhr befanden ſich auf dem Nordpol 11 und auf dem Südpol nur 2 kleine Blaſen. Der Nordpol ſchien alſo eine größere Wirkung als der Südpol zu zeigen.

Magnetnadel.

Nach de la Hire hat man beſtändig geglaubt, daß die vortheilhafteſte Geſtalt der Magnetnadel ein

Parallelogramm ſey; allein Coulomb hat gefunden, daß die längſt bekannte pfeilförmige Form vor allen andern den Vorzug habe. Die Erfahrung hat ihn nämlich gelehrt, daß ein ſo geſtaltetes Blech bey gleichem Gewichte, gleicher Länge und Dicke ein größeres magnetiſches Moment hat, als das Blech, welches die Form eines rechtwinklichten Parallelogramms hat. Noch weiter hat Coulomb gefunden, daß vom Zuſtande der ſtärkſten Härtung der Magnetismus zunimmt durch alle Grade des Anlaſſens bis zu dem ganz dunkeln Roth, und daß der Magnetismus hernach wieder abnimmt, je größer die Hitze iſt, bey welcher der Stahl angelaſſen wird; endlich daß das magnetiſche Moment in einem Parallelogramm von gleicher Dicke und Länge, aber doppelt ſo großer Breite als in einem andern, nicht ſo groß iſt. Auch hat Coulomb gefunden, daß eine Magnetnadel nur eines gewiſſen Grades des Magnetismus fähig iſt, welcher nicht überſchritten werden kann, ſo ſtark auch die Magnete waren, womit ſie magnetiſirt ſind.

Verſchiedene Methoden, die Magnetnadeln frey aufzuhängen, haben Cavallo, Bennet [b]) und Caſſini [c]) angegeben, welche hier zu beſchreiben zu weitläuftig ſeyn würde.

Um die Abweichungen der Magnetnadel ſo genau als möglich zu beobachten, haben ſich Mehrere Mühe gegeben, eigene Vorrichtungen dazu zu erfinden. Dergleichen beſchreiben le Monnier [d]), Caſſini, Seyſ

b) Philoſoph. Transact. 1792. Vol. LXXXII. P. I. p. 81. in Gren's Journal der Phyſik. B. VII. S. 355.

c) Journal de phyſique. 1792.; in Gren's Journ. der Phyſik. B. VIII. S. 437.

d) Mémoir. de l'Acad. des ſcienc. an 1778. p. 68.

Seyffer [e]) und von Zach [f]). Im Jahre 1794 hat Churchmann [g]) drey Charten geliefert, auf welchen die Abweichungslinien gezeichnet ſind, bey welchen aber nach Thomas Harding [h]) einige Unrichtigkeiten ſich vorfinden.

Burckhardt in Paris hat eine Formel gefunden, welche die Abweichungen der Magnetnadel zu Paris ſeit 1580 darſtellt. Es ergibt ſich daraus, daß die Abweichungsperiode zu Paris 860 Jahre beträgt, daß die größte weſtliche, welche 1878 vorhanden seyn wird, ſich bis 30° 4′, und die größte öſtliche ſich nur bis 23° erſtreckt.

Ueber die tägliche Veränderung der Magnetnadel haben in den neuern Zeiten Cotte [i]) und Caſſini Beobachtungen angeſtellt, und gefunden, daß ſich die Magnetnadel vorzüglich ſtark in den Monaten May, Junius, Julius und Auguſt verändert, beſonders an den Tagen, welche nach Gewittern, oder nach welchen Gewitter folgen.

Auch

e) Göttingiſche Anzeigen von gelehrt. Sach. 1788. St. 208.

f) Nachricht von einem ſehr vortheilhaft eingerichteten Declinatorium von dem Herrn von Zach; im Gothaiſch. Magazin. B. IX. St. 2. S. 94 u. f.

g) The magnetic Atlas or Variation's Carts of the whole terraneos Globe. Compriſing a ſyſtem of the Variation and Dip of the Needle, by which, the obſervations being truly made, the longitude may be aſcertained. Lond. 1794. 4.

h) Tranſ. of the royal Iriſh Academy. Vol. IV. Dublin. 4. art. 6.

i) Journal des ſavans. Juil 1775.

Auch Macdonald k) hat die tägliche Veränderung der Magnetnadel im Fort Marlborough, auf der Inſel Sumatra, beobachtet. Er hatte zu dieſer Abſicht ein eigenes kleines Gebäude, wovon alles Eiſen entfernt war, für die Mittagslinie eingerichtet. An dieſe Linie wurde eine Büchſe mit ausgeſpannten Haaren, des Tags dreymal, gebracht. Wenn man dieſe Haare durch ein Glas von oben betrachtete, und ſie einander ſelbſt und die Mittagslinie bedeckten, ſo konnte man darauf rechnen, daß die Längenaxe der Büchſe auf den Nullpunkt traf. Eine fein getheilte platte Skale war am Südpunkt der Nadel angebracht.

Aus den Beobachtungen ſelbſt ergab ſich, daß die tägliche öſtliche Abweichung von 7 Uhr Morgens bis 5 Uhr Abends zunehmend, von hier aber bis 7 Uhr Morgens abnehmend war. Es zeigte ſich im Allgemeinen, daß während der Gewitter die tägliche Veränderung größer war, als ſie unter übrigens gleichen Umſtänden hätte ſeyn müſſen. Eben ſo war zu bemerken, daß die Hitze die magnetiſche Kraft ſchwächte und die Kälte ſie verſtärkte. Macdonald ſucht dieſe Veränderungen aus der Halleyſchen Hypotheſe von 4 Polen in ſo fern zu erklären, daß er annimmt, der eine Pol werde früh, und ein anderer Nachmittags mehr erwärmt, womit ſich auch die Beobachtungen vereinigen laſſen, daß die vormittägigen Veränderungen geringer waren als die nachmittägigen. Die Beobachtungen ſelbſt hat er in eine Tabelle gebracht.

Wirkung des Magnetismus auf den thieriſchen Körper.

In dieſem Zeitraume verſprach man ſich viel von dem Einfluſſe des Magnets auf Heilung der Krankheiten,

k) Philoſoph. Transact. 1796. P. II.

ten, wodurch der Name thieriſcher Magnetismus veranlaßt wurde. D. Meßmer in Wien wollte beobachtet haben[l]), daß die magnetiſche Materie mit der elektriſchen faſt einerley ſey, und daß ſie eben ſo wie dieſe durch die Körper könne fortgepflanzt werden. Er will gefunden haben, daß nicht allein der Stahl geſchickt ſey, die magnetiſche Kraft anzunehmen; er will Papier, Brodt, Wolle, Seide u. dergl. kurz alles, was er nur berührte, magnetiſch gemacht, ja auch Flaſchen mit der magnetiſchen Kraft geladen haben, wie man ſie ſonſt mit der elektriſchen Materie ladet. Er will die ſchwerſten convulſiviſchen Krankheiten, das Blutſpeyen, eine vom Schlagfluß zurückgebliebene Lähmung, ein vom Zorn verurſachtes Zittern, und alle anderen ihm vorgekommenen hypochondriſchen und hyſteriſchen Zufälle durch den thieriſchen Magnetismus geheilt haben. Er ſchreibt beſonders ſeinem eigenen Körper einen ſolchen Magnetismus zu, daß er durch bloßes Berühren mit ſeiner Hand, ja wohl gar ohne Berührung, wenn er ſich nur einer zu convulſiviſchen Zufällen geneigten Perſon näherte, bald die heftigſten convulſiviſchen Zufälle erregt, bald wieder gelindert hat.

D. Ingenhouß bedient ſich über Meßmer's Vorgänge folgender Ausdrücke[m]): Ich weiß keine ſichere Thatſache, welche beweiſt, daß die magnetiſche Kraft auf die thieriſche Haushaltung einigen Einfluß habe. Das, was ich ſelbſt zu ſehen Gelegenheit hatte, und welches am meiſten Geſchrey machte, und gewiſſen, übrigens einſichtsvollen Perſonen das größte Vertrauen

l) Sammlung der neueſten gedruckten und geſchriebenen Nachrichten von Magnetkuren, vorzüglich der Meßmeriſchen. Leipz. 1788. 8.

m) Vermiſchte Schriften. Th. I. S. 411.

trauen einflößte, hat, im Grunde unterſucht, mich dergeſtalt entfernt, ihm jemals den mindeſten Glauben beyzumeſſen, daß es ſogar die Möglichkeit, in Zukunft ähnliche Fälle, von welchem Anſehen ſie auch unterſtützt ſeyn möchten, zu glauben in mir vertilgt hat.

Indeſſen iſt doch in den neueſten Zeiten dieſer Gegenſtand wieder zur Sprache gekommen, und es ſteht zu erwarten, in wie fern ſich die damit angeſtellten Proben rechtfertigen laſſen.

Meynungen über die Urſache des Magnetismus.

Die beyden Syſteme von einer und von zweyen magnetiſchen Flüſſigkeiten ſchienen mit den magnetiſchen Erſcheinungen, eines ſo gut wie das andere, übereinzuſtimmen. Coulomb führt aber an, daß es doch einige Phänomene gebe, welche dieſen Hypotheſen ganz entgegengeſetzt zu ſeyn ſcheinen. Eines der vorzüglichſten iſt, daß, wenn eine Magnetnadel frey aufgehangen wird, die Summe der nördlichen Kräfte, welche dieſe Nadel im magnetiſchen Meridian ſollicitiren, genau der Summe der ſüdlichen Kräfte gleich iſt. Dieß Reſultat hat nicht allein bey einer Nadel ſtatt, die man ſo eben magnetiſirt hat, ſondern auch dann, wenn man nach dem Magnetiſiren dieſe Nadel in verſchiedene Theile ſchneidet. Man ſchneidet z. B. einen nördlichen Theil ab, ſo wird dieſer Theil, frey aufgehangen, durch ganz gleiche nördliche und ſüdliche Kräfte ſollicitirt werden; aber nach den vorhergehenden Hypotheſen müßte dieſer Theil einzig mit nördlicher Flüſſigkeit geladen ſeyn. Coulomb ſucht dieſen Widerſpruch dadurch zu heben, daß das magnetiſche Fluidum nach Aepinus Hypotheſe in jeder Grundmaſſe des Magnets oder Stahls enthalten ſey; daß das Fluidum

dum von einem Ende der Grundmaſſe zur andern treten könne, wodurch jede Grundmaſſe zwey Pole erhält; daß aber das Fluidum nicht von einer Grundmaſſe zur andern kommen kann. Zu dem Ende ſtelle man ſich vor, das magnetiſche Stahlblech (fig. 15.) abdc beſtehe der Länge nach aus einer unendlichen Menge von Elementarfibern, wovon hſ eine iſt. In jeder einzelnen Grundmaſſe kann ſich die magnetiſche Flüſſigkeit von einem Ende zum andern bewegen, ſie kann aber aus der Grundmaſſe ſelbſt nicht heraustreten. Wenn in der erſten Nadel alles magnetiſche Fluidum an dem nördlichen Ende um die Quantität α verdichtet iſt, ſo iſt es in eben der Nadel an dem ſüdlichen Ende jenſeit des Zuſtandes der Neutraliſirung um die Quantität α verdünnt; in der andern Nadel wird es an dem nördlichen Ende um eine Quantität $\alpha + \beta$ verdichtet seyn können; in der folgenden Nadel um $\alpha + \beta + \gamma$; und ſo wird es an dem andern Ende derſelben Elementarnadeln um dieſelbe Quantität verdünnt ſeyn u. ſ. f. für alle Elementarnadeln dieſer Fiber. Daraus erhellet, daß am Ende der Fiber die nördliche Kraft α ſeyn werde, daß an dem nördlichen Ende des zweyten Elements die nördliche Kraft auf β gebracht werde, indem ſeine Kraft α durch die negative Kraft α des ſüdlichen Elements ı aufgehoben wird; daß am nördlichen Ende des dritten Elements die nördliche Kraft auf γ gebracht ſeyn wird, indem der Theil $\alpha + \beta$ durch die negative Kraft des ſüdlichen Pols des zweyten Elements aufgehoben worden. Uebrigens iſt es leicht einzuſehen, daß, wenn man in der Elementarfiber hſ z. B. auf der nördlichen Seite irgend einen Punkt g nimmt, deſſen nördliche reducirte Kraft durch g vorgeſtellt wird, und man durch g eine Linie of ſenkrecht auf die Länge des Blechs zieht, die Thätigkeit des ganzen Theils abfo

abfo auf den Punkt g, die in der Richtung hg aufgehoben wird, der Thätigkeit des ganzen übrigen Theils focd + der coercitiven Kraft, welche das Fluidum hindert, aus jedem Elemente zu treten, das Gleichgewicht halten muß.

Nach Kratzenſtein [n]) erfolgen die magnetiſchen Phänomene aus einer wellenförmigen Bewegung der magnetiſchen Materie, bey welcher ſich die Welle an dem einen magnetiſchen Pole zuſammenzieht, wenn die an dem andern ſich ausdehnt. Die kleinern Theile des Magnets haben eine gleichförmige wellenartige Bewegung mit den Wellen der allgemeinen magnetiſchen Atmoſphäre, wie gleichgeſtimmte Saiten in der Luft. Das Eiſen iſt deßwegen der ſchwingenden Bewegung fähig, weil es einen Mangel an der merkurialiſchen Elementarerde beſitzt, welche ein Hinderniß der Schwingungen in den andern Metallen iſt. Uebrigens meint er, daß bey den andern Körpern die Gegenwart einer Säure, oder der Mangel an Phlogiſton, oder auch die geringe Dichtigkeit Schuld ſey, daß ſie keine magnetiſche Erſcheinungen zeigen können.

Gabler [o]) leitet ſeine Theorie des Magnetismus bloß aus dem Satze her, daß alle Eiſentheilchen, jedes für ſich, wahre Magnete ſind, und ein Eiſen wegen ihrer unregelmäßigen Lage keine magnetiſche Erſcheinungen äußern kann. Dieſer Gedanke hat mit dem Coulombſchen viele Aehnlichkeit; nur hat er weiter keine Gründe vom erſten Urſprunge des Magnetismus angeführt. Eine ähnliche Theorie hat auch Rittenhouſe

n) Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſik. B. I. St. 4. S. 132 f.

o) Naturlehre. München 1778. 8. ingl. theoria magnetis, explicavit *Mat. Gabler.* Ingolſt. 1781. 8.

tenhouſe [p]) entworfen. Dieſer nimmt an, daß zwar nicht alle, aber doch viele Theile des Eiſens Magneten ſeyen, welche aber allererſt durch Anhaltung eines Magnets oder durch Hämmern ihre gehörige Lage erhalten. Außerdem behauptet er, es ſey in der ganzen Natur eine Kraſt verbreitet, welche ſich auf dieſe kleinen Magnete nach der Richtung der Magnetnadel thätig erweiſe. Er bemüht ſich, dieſes durch Verſuche mit eiſernen Stäben zu beweiſen, welche, in den magnetiſchen Meridian gelegt, durch bloßes Klopfen einen Magnetismus erhalten.

Van Swieten erklärt ſich ganz gegen die Annahme magnetiſcher Flüſſigkeiten, welche doch nur ganz unzureichende und bloß hypothetiſche Erklärungen gewährten, indem man über ihre Natur, Bewegung und Wirkungsart durch die Erfahrung nichts ausmachen könnte. Er begnügt ſich allein, die Geſetze des Magnetismus aufzufinden, und hat zu dieſer Abſicht viele ſchätzbare Verſuche angeſtellt.

Eine andere Theorie vom Magnetismus hat Prevoſt [q]) aufgeſtellt, die er mit le Sage's mechaniſcher Phyſik in Verbindung zu bringen ſucht. Er nimmt dieſem Syſteme gemäß die expanſiven Flüſſigkeiten überhaupt für diſcrete Flüſſigkeiten an, deren Theilchen ſich nach allen Richtungen zu bewegen, ein jedes nach der Richtung, in welcher es eine jede conſtante mechaniſche Urſache treibt. Eine ſolche diſcrete Flüſſigkeit kann entweder einfach oder zuſammengeſetzt

p) Transact. of the american ſociety at Philadelphia. V. II. 1786. 4.

q) De l'origine des forces magnétiques. à Geneve 1788. 8. Vom Urſprunge der magnetiſchen Kräfte; überſ. von Bourguet. Halle 1794.

geſetzt ſeyn, die letztere iſt wiederum entweder gemengt oder gemiſcht. In der gemiſchten Flüſſigkeit ſind alle Grundmaſſen gleichartig, und eine jede Grundmaſſe iſt von zwey oder mehreren verſchiedenen Elementen gebildet.

Die magnetiſche Flüſſigkeit iſt eine diſcrete gemiſchte Flüſſigkeit, deren Grundmaſſen durch zwey verbundene ungleichartige Elemente gebildet ſind. Werden ihre Grundmaſſen zerſetzt, ſo verbinden ſich ihre gleichartigen Elemente, und bilden ſo zwey magnetiſche Elementarflüſſigkeiten, welche Prevoſt im Gegenſatze mit den vorigen Flüſſigkeiten rein nennt.

Eine Eigenſchaft der Elemente der magnetiſchen Flüſſigkeit iſt dieſe, zweyerley Affinitäten unterworfen zu ſeyn; die eine äußert ſich in der Ferne, die andere aber nur in der Berührung. Vermöge der erſten ziehen ſich die ungleichartigen Elemente, wenn die Anziehung der gleichartigen gleich ſind, ſtärker an, als die gleichartigen. Vermöge der zweyten zieht das Eiſen die Elemente beyder Art an, ſo wie auch ihre Aggregation, wenn man ſie mit dem Metall in Berührung bringt.

Die magnetiſche Flüſſigkeit iſt in der Atmoſphäre verbreitet, und dringt in das Innere der Erde. Ihre ungleichartigen Elemente werden auch durch die Affinität, die ſie gegen einander haben, überall, wo ſie frey ſind, genöthigt, ſich zu verbinden. Daher exiſtirt dieſe Flüſſigkeit bloß gemiſcht. Da aber, wo ſie nicht ganz frey ſind, wie im Eiſen, werden ſie öfters zerſetzt, und bilden reine Flüſſigkeiten von beyden Arten. Im natürlichen Zuſtande enthält das Eiſen die magnetiſche Flüſſigkeit nur gemiſcht; das magnetiſche Eiſen aber

zerſetzt

zerſetztes Fluidum, deſſen Elemente, jedes beſonders verdichtet, unter der Geſtalt reiner Flüſſigkeit, verſchiedene Stellen einnehmen, die man Pole nennt. Prevoſt ſieht hier den Magnet als einen einzigen Pol an, der mit reiner Flüſſigkeit erfüllt iſt. Er erklärt hieraus folgende Phänomene:

1. Das Eiſen wird vom Magnet nur in ſo fern angezogen, als es ſelbſt magnetiſch wird. Denn wenn ein gemiſchtes Theilchen ſich in gleichen Entfernungen zwiſchen zwey gleichen Maſſen des magnetiſchen Fluidums befindet, wovon die eine gemiſchtes, die andere reines Fluidum iſt, ſo bleibt es unbeweglich, indem die Anziehungen der gleichartigen und ungleichartigen Theile von beyden Seiten vollkommen gleich ſind. Eiſen alſo, das im natürlichen Zuſtande iſt, d. h. bloß gemiſchte Theile des Fluidums enthält, wird von der reinen Flüſſigkeit des einen Pols nicht afficirt, ſo lange die Grundmaſſen ſeines Fluidums nicht zerſetzt werden.

2. Zwey magnetiſirte Stäbe ziehen ſich an ihren ungleichnamigen Polen an, und ſtoßen ſich an ihren gleichnamigen zurück. Die reine Flüſſigkeit des magnetiſchen Stabes wirkt nicht auf das umgebende freye und bewegte Fluidum, das nicht zerſetzt werden kann; mithin wirken bloß entgegengeſetzte Pole der Stäbe auf einander. Ein jeder von dieſen Polen wird nach der Stelle hingezogen, die das meiſte von derjenigen Flüſſigkeit enthält, welche der ſeinigen ungleichartig iſt. Dieſes bringt ſcheinbares Zurückſtoßen der gleichnamigen Pole hervor; denn dieſe ſtreben nach der äußern gemiſchten Flüſſigkeit, die ſich in der entgegengeſetzten Gegend in gleicher Entfernung befindet. Man kann daher jeden magnetiſchen Stab in Beziehung auf den Pol des andern Stabes als mit zwey Kräften verſehen betrachten, einer anziehenden und einer zurückſtoßen-

ſtoßenden Kraft. Jede dieſer beyden Kräfte nimmt einen Mittelpunkt von beſtimmter Anziehung ein. In gleicher Entfernung werden ſie gleich ſeyn; ſie befolgen aber wie alle Kräfte dieſer Art ein umgekehrtes Verhältniß ihres Abſtandes. Jeder Pol eines magnetiſchen Stabes wird folglich an dem einen Ende durch den Ueberſchuß der Kraft wirken, welche ihm die Entfernung ſeines Antagoniſten verſchafft.

3. Wenn man einen von den Polen eines Magnets an das Ende eines Stabes von natürlichem Eiſen bringt, ſo wird dieſes Ende ein ungleichnamiger, und das andere ein gleichnamiger Pol. Das reine Fluidum in der Nähe des gemiſchten ſtrebt dieſes zu zerſetzen; aber dieſe Urſache der Zerſetzung kann keine Wirkung auf die freye und bewegte Flüſſigkeit haben. Sie muß in dem Eiſen gebunden ſeyn, und die Verwandtſchaft des letztern muß die Wirkung unterſtützen. Unter dieſen Umſtänden wird die Flüſſigkeit zerſetzt, und ihre Elemente geben ihren wechſelſeitigen Verwandtſchaften nach, wovon das eine von dem reinen Fluido mehr, das andere weniger angezogen wird, als nach der entgegengeſetzten Seite.

4. Magnetiſirt man einen zu langen Stab, ſo entſtehen darauf auf einander folgende Punkte, d. i. Abwechſelungen entgegengeſetzter Pole. Der Wirkungskreis einer gewiſſen Maſſe der reinen Flüſſigkeit iſt begrenzt. Wenn man daher einen Pol an das Ende eines Stabes bringt, ſo wird ſich die reine Flüſſigkeit von einerley Art nur bis auf einen gewiſſen Punkt erſtrecken, mithin bleibt ſie angehäuft, und wirkt auf Theilchen, die jenſeits dieſer Grenze liegen, ſo wie es ein beſonderer Pol thun würde.

5. Wenn man die beyden Pole eines magnetiſchen Stabes von einander trennt, ſo werden die beyden getrennten

trennten Hälften des Stabes zwey Magnete, deren Pole wie vorher liegen. Die reine magnetiſche Flüſſigkeit iſt gegen die Enden des magnetiſirten Stabes verdichtet, und ihre Schichten nehmen immer mehr und mehr ab, je mehr ſie ſich der Mitte des Stabes nähern, wo endlich die Flüſſigkeit aus gemiſchten Theilen ganz zuſammengeſetzt iſt. Zwey Urſachen hält ſie in dieſer gezwängten Lage: die Verwandtſchaft des Eiſens, welche ſie hindert, ſich zu bewegen, und die wechſelſeitige Anziehung der beyden ungleichartigen Flüſſigkeiten, welche ſich in jedem Pole rein befinden. Aus der Wirkung dieſer Urſachen entſpringt eine Art von Gleichgewicht und eine Vertheilung der Flüſſigkeit, die ſie beyſammen zu halten fähig iſt. Wenn man die beyden Pole von einander trennt, ſo bleibt zwar die Verwandtſchaft des Eiſens, aber man hebt die Anziehung der ungleichartigen reinen Flüſſigkeit. Es wird alſo das Gleichgewicht geſtört, das reine Fluidum entfernt ſich von allen Seiten, und wird durch das umgebende erſetzt. Weil die Schichten in jedem Pole ungleich ſind, und gleiche oder zu wenig verſchiedene Quantitäten verlieren, um einen Erſatz nöthig zu machen, ſo dauert ihre vorige Ungleichheit fort und äußert ſich durch die Phänomene des Magnetismus.

6. Die Magnetnadel behauptet eine beſtändige, und eine ſolche Richtung, daß ſie immer nach demſelben Pole der Welt ein und daſſelbe Ende kehrt. Nach Prevoſt's Hypotheſe läßt ſich die Urſache hiervon alſo angeben. Eins von den Elementen der magnetiſchen Flüſſigkeit befindet ſich in einer größern Menge auf der einen Halbkugel, als auf der andern. Dieſe Urſache iſt hinreichend, und in ſo fern es übrigens gemiſchtes Fluidum gibt, ändert ſie die andern Phäno-

mene nicht. Die weitere Urſache davon iſt nach Prevoſt eben diejenige, welche die Ungleichheit der Wärme der beyden Halbkugeln hervorbringt. Es ſey entweder, daß man die Sonne als die Quelle eines der magnetiſchen Elemente anſieht, oder daß die Sonne, indem ſie auf die magnetiſchen Elemente ungleich wirkt, ihre ungleiche Anhäufung in den zwey Halbkugeln hervorbringt; oder daß man endlich dieſe Vorausſetzungen auf die gemiſchte Flüſſigkeit anwendet, und eine Ungleichheit in den Anziehungen ihrer Elemente zuläßt, welche die übrigen Phänomene nicht ſtören könnte.

Von der Abweichung der Magnetnadel vermuthet Prevoſt, ſie hänge vielleicht von den Bewegungen ab, wodurch die Veränderung der Schiefe der Ekliptik, das Vorrücken der Nachtgleichen, das Schwanken der Erdaxe u. dergl. bewirkt werde. Hätte es ſeine Richtigkeit, daß der Magnetismus der Erde von den angezeigten Urſachen abhänge, ſo müßten ihn auch gewiſſe Bewegungen der Axe afficiren. Die tägliche Abweichung läßt ſich nicht aus der Wirkung der Sonne auf einen innern Magnet, auch nicht aus der Wirkung auf die Eiſenerze erklären, weil die Sonnenwärme nicht zu einer ſolchen hinreichenden Tiefe eindringt, um den Magnetismus des innern Magnets oder der Eiſenerze zu modificiren; vielleicht könne aber die Sonnenwärme den Zuſtand der magnetiſchen Flüſſigkeit in der Atmoſphäre oder in der äußern Oberfläche der Erde abändern.

Eigene Ideen über die Entſtehung und Wirkung des Magnetismus liefert Richard Kirwan [r]). Alle Naturerſcheinungen, ſagt er, laſſen ſich auf zwey verſchieden

r) Transact. of the Royal Iriſh Academy. Vol. VI.

ſchiedenen Wegen erklären. Einmal indem man die Bedingungen und Umſtände aufſucht, unter welchen ſie entſtehen, und die Geſetze entwickelt, nach welchen ſich ihre Wirkungen richten; das andere Mal, indem man die Analogie, die Aehnlichkeit oder Coincidenz derſelben mit irgend einer allgemeinen Erfahrung darthut, mit der und deren Geſetzen wir ſchon bekannt ſind. Im erſtern Sinne ſeyen Elektricität und Magnetismus einigermaßen, im letztern hingegen bisher noch gar nicht erklärt, beſonders der Magnetismus nicht.

Laſſe ſich alſo irgend ein anderes allgemeines Faktum oder eine Kraft angeben, welcher der Magnetismus analog und ähnlich ſey; ſo werde er in ſo fern erklärt ſeyn. Ein ſolches Faktum oder eine ſolche Kraft glaube er aber nachweiſen zu können, nämlich die Kraft der Kryſtalliſation. Hierunter verſteht Kirwan die Kraft, vermöge der die einzelnen Theilchen eines feſten Körpers, wenn ſie für ſich hinreichend beweglich ſind, ſich mit einander, nicht ohne Unterſchied und verwirrt, ſondern nach einer eigenthümlichen gleichförmigen Ordnung verbinden, ſo daß ſie in ihrer vollkommenſten Ordnung zuletzt regelmäßige und beſtimmte Formen erzeugen. Dieſe Kraft ſey in allen feſten mineraliſchen Stoffen vorhanden.

Gäben gleich homogene Stoffe oft Kryſtalle von ſehr verſchiedener Form, ſo ließen ſich dieſe doch in den meiſten Fällen auf wenige Grundformen zurückführen, welche, wie Hauy durch Verſuche bewieſen habe, von gewiſſen urſprünglichen Formen der kleinſten Theile ihrer Concretion abhiengen. Die Vereinigung dieſer Theilchen in ſichtbare, auf gleiche Art geordnete Apparate, ſetze nothwendig voraus, daß die Flächen dieſer Theilchen, deren Winkel correſpondiren, ſich

gegenſeitig anziehen, und dagegen die Flächen in den nicht correſpondirenden Winkeln ſich gegenſeitig abſtoßen müßten; denn ſonſt wäre es nicht möglich, daß die regelmäßig rhomboidaliſchen und andern vielſeitigen Prismen und Pyramiden, dergleichen wir in den Kryſtallen fänden, entſtehen könnten. Aus dieſer anziehenden und abſtoßenden Kraft erkläre es ſich, warum die Kryſtalliſation nie mitten in einem Gefäße, ſondern immer an den äußern Flächen der Auflöſung anfange, wo die abſtoßende Kraft der Theilchen aufgehoben oder eingeſchränkt werde, indeß ſie in der Mitte frey würde, und dadurch die Anziehung und Aggregation der ohne Ordnung unter einander gemiſchten Theilchen hindere. Auch zeige ſich die Repulſivkraft kryſtalliſirender Stoffe dadurch, daß, wenn man geſättigte Auflöſungen von Salpeter, Kochſalz und ſchwefelſaurem Kali mit einander vermiſcht, daraus jeder dieſer Stoffe ſich einzeln kryſtalliſirt, welches nicht möglich wäre, wenn ſich bloß die gleichartigen Theilchen anzögen, und ſich die Theilchen der verſchiedenen Stoffe nicht auch gegenſeitig abſtießen. Dieſe und andere ähnliche Verſuche beweiſen alſo offenbar eine anziehende und eine zurückſtoßende Kraft, nicht bloß zwiſchen einerley und verſchiedenen Salzarten, ſondern auch zwiſchen den verſchiedenen Flächen gleichartiger Salztheilchen. Dieſe Kräfte ſind in der Sphäre ihrer Wirkſamkeit von einer unbegrenzten Größe. So z. B. zerſprengt Waſſer, das man in Kanonen, die mehrere Zoll dick waren, eingeſchloſſen und einem hohen Grade von Kälte ausgeſetzt hatte, indem es ſich in Eis kryſtallirte, das Metall, welches es hinderte, in dieſe Form zu kommen, die es dabey annahm. Die größte Verſchiedenheit in der Art, wie die Kraſt des Magnetismus und die Kraft der Kryſtalliſation

rege

rege würden, möchte vielleicht den Meiſten ein unbeantwortlicher Einwurf gegen die Identität beyder Kräfte dünken. Da aber ihre Tendenz in allen Varietäten genau dieſelbe ſey, ſo ſcheine ihm ihre Verſchiedenheit in Abſicht anderer Umſtände eher auf eine Verſchiedenheit des Grades derſelben Kraft, als auf einen weſentlichen Unterſchied in den Kräften ſelbſt zu deuten. Was nun die Anwendung dieſer Principien auf die magnetiſchen Erſcheinungen betrifft, ſo führt ſie Kirwan auf folgende zurück: 1. Anziehen, Abſtoßen, Polarität; 2. Mittheilung; 3. Abweichung; 4. Neigung; 5. ausſchließende Eigenthümlichkeit des Eiſens; 6. Zerſtörung der magnetiſchen Kraft.

1. Anziehen, Abſtoßen, Polarität.

In den uns bekannten Theilen der Erdfläche komme unter allen einzelnen mineraliſchen Stoffen das Eiſen bey weitem am häufigſten vor. Kaum gebe es irgend eine Stein- oder Erzart, oder eine Erde, welche ganz frey von Eiſen wäre; es pflege ihnen zu 2 bis 20 Prozent beygemiſcht zu ſeyn, wofür ſich im Mittel etwa 6 Prozent möchte annehmen laſſen. Ueberdem ſeyen die Eiſenerze unter allen Erzen die gewöhnlichſten und zahlreichſten; in manchen Gegenden, beſonders der nördlichen Klimate, beſtänden daraus ganze Berge, wovon einige magnetiſch wären. Bedenke man dabey, daß das ſpecifiſche Gewicht der Eiſenerze 4 bis 5 ſey, und daß unerachtet der ungeheuren Waſſermaſſe, welche den größten Theil der Erdfläche in unbekannter Tiefe bedeckt, und ungeachtet das ſpecifiſche Gewicht der meiſten Steine und Erden kaum bis auf 3, nur äußerſt ſelten bis auf 4 ſteige, dennoch das ſpecifiſche Gewicht des Erdballs, Verſuchen zu Folge, 4 bis 5 betrage; ſo ſey der Schluß ſehr natürlich, daß das

Innere des Erdballs größtentheils aus einer oder meh-reren Maſſen von Eiſenerz beſtehe; ein Schluß, der dadurch noch mehr beſtätigt werde, daß die vulkani-ſchen Laven, welche aus den größten uns bekannten Tiefen unter der Oberfläche der Erde herausgetrieben werden, 15 bis 20 oder 25 Prozent Eiſen in ei-nem für die magnetiſche Anziehung am meiſten günſti-gen Zuſtande enthalten. Nach dieſer Hypotheſe müſſe

1. die anziehende Kraft der Erde hauptſächlich in den Eiſentheilchen liegen, woraus die Erdmaſſe größtentheils beſteht.

2. Da die ganze Erdmaſſe urſprünglich weich oder flüſſig geweſen wäre, ſo hätten ſich die Theile der-ſelben ihrer gegenſeitigen Anziehung gemäß zuſammen ordnen können, und müßten ſich daher in der Richtung, in welcher ſie von der Schwungbewegung der Erde am wenigſten geſtört wurden, d. h. in der Richtung der Erdaxe, erhärten und kryſtalliſiren, und zwar hauptſäch-lich und am vollkommenſten in den am meiſten ruhen-den Theilen, alſo um den Mittelpunkt.

3. Die Kryſtalliſation könne, gleich den Salz-kryſtalliſationen, in einem oder mehreren Anſchüſſen geſchehen ſeyn, und bilde vielleicht verſchiedene unge-heure Maſſen, deren jede ihre eigenen Pole beſitze, von welchen diejenigen, die nach einerley Richtung liegen, ſich abſtießen und von einander entfernt wären.

Dieſe innern Erdmagnete müßten erſtlich, dem allgemeinen Geſetz der Gravitation zu Folge, eine An-ziehung auf alle Körper ohne Unterſchied äußern, im Verhältniß von deren Dichtigkeit und im geraden oder verkehrten Verhältniß der Quadrate ihrer Entfernung. Zweytens würden ſie überdieß noch eine eigenthümliche Anziehung auf Körper äußern, die mit ihnen gleichar-

tig

tig ſind, nach Verhältniß der Homogeneität derſelben, und der Uebereinſtimmung in der Zuſammenordnung ihrer Theilchen mit denen der innern Erdmagnete.

Sonach ſey ein Magnet nichts anders, als eine Maſſe von Eiſen, deren Theilchen in einer ähnlichen Richtung als die des großen Erdmagnets zuſammengeordnet ſind. Dieſes nennt Kirwan die magnetiſche Zuſammenordnung.

Die Theile des Eiſens ziehen einander mächtiger an, als es unter den Theilen irgend eines andern Stoffs der Fall iſt. Dieß zeige ſich durch die große Cohärenz, die Härte, die Elaſticität und die Unſchmelzbarkeit des Eiſens; Eigenſchaften, worin das Eiſen alle andern Materien übertreffe. Daher ziehe ein Magnet Eiſen innerhalb der Sphäre ſeiner Wirkſamkeit dadurch an, daß er eine gewiſſe Menge der Eiſentheilchen, vermittelſt ſeiner anziehenden Kraft, in eine Zuſammenordnung zwinge, welche der ſeiner Theilchen ähnlich iſt. Denn in dieſem Falle äußere er eine doppelte Anziehung; einmal die des Eiſens auf Eiſen, zweytens die der kryſtalliſirenden Stoffe. Da dieſe letzte zugleich anziehend und abſtoßend iſt, je nachdem die Theilchen mit der einen oder der andern Fläche in Berührung kommen: ſo müſſe das eine Ende des Magnets das Ende des zweyten Magnets, welches vom andern Ende angezogen wird, abſtoßen, ſo lange nur dieſelbe Anordnung der Theile bleibe.

Da nun überdieß dieſe Anordnung in jedem einzelnen Magnete, der Anordnung des großen Erdmagneten entſprechend, in der Richtung von Norden nach Süden geht: ſo müßten natürliche Magnete ſowohl als Eiſen, worin eine hinlängliche Anzahl von Theil-

chen auf jene Art angeordnet ſind, ſich bey gänzlich freyer Bewegung in jene Richtung ſetzen; und hierauf beruhe Polarität. Die magnetiſche Kraft ſey größer oder kleiner, je nachdem die Zahl und Homogeneität der auf ähnliche und magnetiſche Art angeordneten Theilchen größer oder kleiner ſey. Daher ſey ein kleiner Magnet oft mächtiger, als ein größerer, und deßhalb ziehe ein Magnet eine magnetiſirte Nadel aus einer größern Entfernung, als eine nicht magnetiſirte, an.

Die magnetiſirte Kraft nehme nach einer beſtimmten Funktion der Entfernung von den Theilchen ab, welche ſie ausüben. Deßhalb ſey ſie in der Berührung und an den Polen am ſtärkſten, indem ſie dort am meiſten geſättigt ſey. Hingegen im mittlern Theile des Magnets, der die beyden Pole von einander trennt, am ſchwächſten.

Durch das Zerbrechen in kleine Theilchen werde die Kraft des Magnets faſt ganz zerſtört; denn blieben gleich die Pole nach wie vor, ſo lägen die entgegengeſetzten dann doch einander zu nahe, als daß ſie nicht einander entgegen wirken und ihre Anziehung wechſelſeitig aufheben ſollten.

Halte man, während eine Nadel vom Südpole des Magnets angezogen werde, eine Eiſenſtange an den Nordpol; ſo werde die Nadel viel ſtärker als ohne dieſe angezogen, weil dadurch das Eiſen gleichfalls einen Südpol erhält, deſſen anziehende Kraft ſich mit der des Magnets verbindet.

Zwey Nadeln, welche an den einen Pol des Magnets hangen, divergiren wegen ihrer gleichartigen magnetiſchen Anordnung. Lege man an denſelben Pol eine Eiſenſtange, ſo nehme ihre Divergenz ab,

weil

weil das ihnen zunächſt liegende Ende dieſer Stange entgegengeſetzte Polarität erhalte, und dadurch der Repulſivkraft des Magnets entgegenwirke. Der Magnet wirkt durch keine allzulange Eiſenſtange durch.

Unter übrigens gleichen Umſtänden hange die Kraft eines Magnets von der Zahl der magnetiſch geordneten Flächen und der Genauigkeit der Anordnung ab. Dieſe ſey genau, wenn die gleichartigen Flächen einander und urſprünglich den Flächen des großen Erdmagnets völlig parallel ſtänden. Senkrecht auf dieſe magnetiſche Flächen ſey die magnetiſche Kraft am ſtärkſten, ſchwächer, je weiter eine andere Richtung von dieſer abweiche, und Null in der Richtung dieſer Flächen. Daher ſcheine es, als wäre die magnetiſche Kraft an den Polen concentrirt, und die Kraft an den Seiten viel ſchwächer.

Werde der Südpol eines Magnets, mit Eiſenfeilſpänen belaſtet, dem obern Ende einer ſenkrecht ſtehenden und dadurch magnetiſchen Eiſenſtange genähert, ſo laſſe er einen Theil der Feilſpäne fallen; denn die gleichnamigen Pole bezwecken eine entgegengeſetzte Zuſammenordnung und ſchwächen ſich dadurch gegenſeitig. Der Nordpol hingegen trage unter dieſen Umſtänden mehr Eiſenfeilſpäne als ſonſt, weil die entgegengeſetzten Pole ſich wechſelſeitig verſtärken.

Nähere man einander die gleichnamigen Pole zweyer Magnete von ſehr ungleicher Stärke, ſo zerſtöre ſogleich der ſtärkere den Magnetismus des ſchwächern, und indem er in ihm eine entgegengeſetzte Zuſammenordnung der Theilchen hervorbringe, ziehe er ihn an, anſtatt ihn zurückzuſtoßen. Sind die Kräfte beyder weniger verſchieden, ſo werde dazu längere Zeit erfordert;

dert; ſo auch, wenn der eine weicher als der andere ſey. Selbſt bey gleichen Kräften gebe der weichere dem härtern nach; gleich harte ſchwächten ſich bloß beyde unter dieſen Umſtänden.

Zerſchneide man einen Magnet in zwey Theile parallel mit ſeiner Axe, ſo ſtoßen die Enden, die ſonſt an einander lagen, ſich gegenſeitig ab, weil ſie beyde gleichartige Pole blieben. Werde dagegen der Magnet nach ſenkrechter Richtung auf der Axe zerſchnitten, ſo ziehen die zuvor aneinander ſtoßenden Theile ſich an.

Drehe man einen magnetiſchen Drath, ſo werde ſeine Kraft ſo in Unordnung gebracht, daß an gewiſſen Stellen derſelbe Pol eines Magnets die eine Seite deſſelben anzieht, die entgegengeſetzte abſtößt.

Die Kraft des Magneten ſey unter übrigens gleichen Umſtänden ihren Oberflächen, oder dem Quadrate ihrer Durchmeſſer proportional.

2. Mittheilung.

Wird Eiſen mit einem Pole des Magnets in Berührung, oder in die Sphäre ſeiner Wirkſamkeit gebracht, ſo erhält es die zur entgegengeſetzten Polarität erforderliche Anordnung, und wird in ſeiner ganzen Länge magnetiſch. Das entgegengeſetzte Ende erhält dadurch, den vorhin entwickelten Geſetzen der Kryſtalliſation gemäß, die Anordnung des entgegengeſetzten Pols. Eiſen werde jedoch nicht bloß magnetiſch durch Berührung oder Näherung eines Magnets, ſondern auch durch ſeine Lage, oder durch innere Erſchütterung. Stelle man eine Eiſenſtange ſenkrecht, ſo nehmen ihre kleinſten Fibern allmählig die magnetiſche Zuſammenordnung an, ſo, daß ſie nach einigen Jahren

ganz

ganz zum Magnet werden. Bey uns werde ihr unteres Ende der Nordpol, ihr oberes der Südpol; in der ſüdlichen Hemiſphäre umgekehrt. Eine unmagnetiſche, ganz oder beinahe horizontalliegende Eiſenſtange bleibe immer unmagnetiſch, werde aber ſogleich magnetiſch, wenn man eins ihrer Enden in die Höhe bringe, wie es ſich an der Magnetnadel zeige. Denn nur in dieſer Lage ſey ſie der Wirkſamkeit der Erdpole des großen Erdmagnets ausgeſetzt.

Sehr viel ſchneller nehme eine Eiſenſtange einen Magnetismus an, wenn man ſie auch nur an einem Theile erwärmt, und ſo aufrecht ſtellt. Stößt man das untere Ende einer Eiſenſtange gegen den Boden, ſo wird dieſes der Nordpol; kehrt man ſie ſogleich um, und ſtößt das entgegengeſetzte Ende gegen den Boden, ſo ſind die Pole ſogleich verkehrt, und dieſes Ende der Nordpol. Offenbar ſey alſo eine Bewegung, in die man die kleinſten Theile des in die gehörige Lage verſetzten Eiſens ſetzt, ſehr behülflich, in dieſen die Anordnung hervorzubringen, welche der große Erdmagnet in ihnen allmählig bewirkt. Magnete mit ihren entgegengeſetzten Polen einander genähert, verſtärken wechſelſeitig ihre Kraft. Da die Theile des weichen Eiſens am leichteſten zu bewegen ſind, ſo nimmt es die magnetiſche Anordnung am leichteſten an; ſchwerer hartes Eiſen oder gehärteter Stahl, am ſchwerſten und am unvollkommenſten Gußeiſen, welches härter und mit fremdartigen Theilen am ſtärkſten vermiſcht iſt.

Wie man auch Eiſen an einen Magnet anbringen möge, ſo ergieße ſich die magnetiſche Kraft darin nach der Richtung der Länge, und die Enden deſſelben ſchienen gleichnamige Pole mit denen des Magnets zu werden,

den, die ſie berührten. Hieraus laſſe ſich die größere Kraſt armirter Magnete erklären. Die Oberfläche der Armatur, welche unmittelbar an den Magnet anliege, drucke der magnetiſchen Oberfläche eine der ihrigen entgegengeſetzte Anordnung ein, verbeſſere dadurch unregelmäßig liegende Theilchen der magnetiſchen Oberfläche und verſtärke ſie auf dieſe Art.

Um dem Eiſen durch Reibung gegen einen Magnet Magnetismus einzudrücken, müſſe man es immer mit einerley Pol voran längs denſelben Pol des Magnets hinführen, weil man ſonſt die dadurch erzeugte magnetiſche Anordnung im Eiſen ſogleich wieder aufheben würde. Wo die Reibung anfange, entſtehe der gleichnamige, wo ſie aufhöre, der entgegengeſetzte Pol mit dem des reibenden Magneten.

3. Eigenthümlichkeit des Eiſens.

Warum die magnetiſchen Erſcheinungen dem Eiſen ſo gut als eigenthümlich ſind, iſt nach Kirwan vorhin erklärt worden. Jedoch hat man auch gefunden, daß Nickel, Kobalt und Braunſteinkönig an dieſen Eigenſchaften Theil nehmen. Beym Braunſteinkönig möchten, wie bey vielen andern Stoffen, Eiſentheilchen daran Schuld ſeyn, von welchen ſie ſich gar ſchwer befreyen ließen. Was aber den Nickel und einige andern betrifft, ſo ſcheine mehr ihre große Anziehung zum Eiſen, beſonders wenn ihre Theilchen gehörig zuſammengeordnet ſind, dieſes Phänomen zu bewirken. Da denn der große Erdmagnet im Verhältniß dieſer ihrer Zuſammenordnung und ihrer Verwandtſchaft zum Eiſen auf ſie wirkt.

Nach de la Metherie *) ſoll alles, was wir jetzt mit Sicherheit behaupten können, in folgendem beſtehen:

*) Theorie der Erde; a. d. Frz. Leipz. 1797. Th. I. S. 96.

beſtehen: 1. es exiſtire eine magnetiſche Flüſſigkeit, ſie ſey nun von einer Beſchaffenheit, von welcher ſie wolle, und 2. habe dieſe Flüſſigkeit bey der Kryſtalliſation des Erdkörpers und ſeiner verſchiedenen Theile mitwirken müſſen. Auch mache es die Analogie wahrſcheinlich, daß dieſe Flüſſigkeit, ſo wie die elektriſche Materie, als ein Beſtandtheil in die Körper eingehe; jedoch ſelbſt ſchwache anologiſche Gründe ließen vermuthen, daß die magnetiſche Flüſſigkeit der Erde mit andern ähnlichen Flüſſigkeiten, welche ſich vielleicht im Monde, in den Planeten und Kometen, in den Sonnen u. ſ. w. befinden, in Gemeinſchaft ſtünden.

Auch von Arnim*) hat einige Ideen zu einer Theorie des Magnets aufgeſtellt. Unter Brugmann's ſchönen Verſuchen über den Magnetismus hatte ihn nämlich keiner ſo ſehr aufmerkſam gemacht, als die mit Diamanten angeſtellten. Nach dieſen wurde der farbenloſe Diamant nicht bloß vom Magneten angezogen, ſondern er zeigte auch eigene Polarität, doch ſchien durch Lavoiſier's und Anderer Verſuche hinlänglich bewieſen, daß er reiner Kohlenſtoff ohne Metallgehalt, und daß ſelbſt die wenige Erde, die zuweilen beym Verbrennen zurückbleibt, ihm nur zufällig beygemiſcht ſey. Vielleicht könne man den Verſuch Cavallo's, der einem Türkis, der vorher gar nicht auf die Magnetnadel wirkte, durch Reiben an eine Stahlnadel dieſe Eigenſchaft ertheilte, damit zuſammenſtellen; aber der Diamant werde eines Theils nicht vom Stahl angegriffen, andern Theils mit eigenem Staube oder Diamantſpath abgeſchliffen. Dieſer Verſuch leitete von Arnim auf ähnliche. Er ſchnitt aus Holzkohlen, nach der Länge der Holzfaſern, länglichte Nadeln,

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. III. S. 48 f.

Nadeln, gab ihnen ſo wenig Berührungsfläche als möglich mit dem Queckſilber, auf welches er ſie legte, und alle wurden mehr oder weniger vom Magnet angezogen, zeigten ſogar bey kleinen Magnetnadeln Polarität. Eine Steinkohle aus ſeiner Gegend zeigte auch einigen, aber viel ſchwächern Magnetismus. Er verbrannte beyde in gleicher Menge, fand in jener nur eine Spur Eiſen, in dieſer viel mehr. Er verſuchte, ob durch Ablöſchen der einen angebrannten Seite des Magnets in Waſſer der Magnetismus der kleinen Nadel nicht verändert werde; er konnte es aber nicht bemerken, ungeachtet es doch wohl möglich war, daß es ſtatt fand, da in dieſen Verſuchen die geringſte Feuchtigkeit auf der Oberfläche des Queckſilbers und die geringſte entgegenſtrebende Bewegung darin die Wirkung des Magneten aufhebt. Dieß hielt ihn auch davon ab, Kohlen, die verſchiedene Gasarten verſchluckt hatten, in dieſer Rückſicht zu unterſuchen. Die Cavalloſchen Verſuche mit dem Meſſing ſcheinen ihm nicht ſo beſtimmt, wie der Brugmannſche, zu beweiſen, daß das Eiſen nicht allein des Magnetismus fähig ſey, da dieſer Naturforſcher nicht ein einziges Mal die Meſſingmagneten einer chemiſchen Prüfung auf Eiſen unterwarf. Gibt es nun Magnete ohne Eiſen, gibt es ferner Eiſen, das ſehr verſchiedene Fähigkeit zum Magnetismus zeigt; ſo frägt es ſich, welches die des ſtärkſten Magnetismus fähige Miſchung des Eiſens iſt? Daß hierin ein Unterſchied zwiſchen den Stahl- und Eiſenarten ſtatt findet, darin ſtimmen alle Phyſiker überein, auch in den Angaben finden ſich wenige Unterſchiede. Weiches Eiſen nimmt den Magnetismus ſchneller an, verliert ihn aber auch ſchnell wieder; guter Stahl nimmt ihn zwar ſchwerer an, aber er iſt viel dauerhafter, und auch zu einem höhern Grade

zu bringen. Nach Richmann iſt das Roheiſen am wenigſten des Magnetismus fähig. Da bisher Verſuche und Reſultate unter gewiſſen Anſichten nicht mit einander übereinſtimmen, ſo ſucht ſie von Arnim unter beſtimmte Geſichtspunkte zu bringen und zu prüfen. Das vollkommene Eiſenoxyd, ſagt er, wird nicht mehr vom Magnet angezogen, und die Stärke der Magnete nimmt ab, je mehr ſie ſich mit gelbem Roſte überziehen. Dagegen fand Wilke, daß Stahlnadeln, die an einer Spitze noch glühend keine Spur vom Magnetismus zeigten, ſchnell im Waſſer abgelöſcht einen dauernden Magnetismus annahmen. Hierbey erſtreckt ſich aber nach Reaumür's und Lavoiſier's ſehr beſtimmten Verſuchen die Säuerung nicht bloß auf die Oberfläche, ſondern ſie dringt auch tief ins Innere. Rinnmann ſah ſogar, daß ein an einem Ofen liegender oxydirter und nachher wieder zuſammengeſchmolzener eiſerner Anker ſtark magnetiſch geworden war. Auch wenn Eiſen anfängt, von Schwefelſäure angegriffen zu werden, wirkt es ſtärker auf den Magnet, wie vorher. So empfiehlt Rinnmann, den zu Magneten beſtimmten Stahl glühend ſtark zu drehen, und Steinhäuſer bemerkte einen ſtarken Einfluß auf die Fähigkeit zum Magnetismus an Stahlſtücken, die er in verſchiedenen Gasarten hatte abkühlen laſſen. Ferner ſind faſt alle Eiſenerze magnetiſch.

Hier könnte man, ſagt von Arnim, auf den Gedanken kommen, daß zwiſchen magnetiſcher Anziehung und dauernder Polarität ein ſolcher Gegenſatz ſtatt fände, daß zwar keine ohne die andere, jede aber im entgegengeſetzten Verhältniß der andern wachſe. Seitdem aber van Swinden gezeigt habe, daß die Magnete einander ungleich ſtärker anziehen, als wei-

ches Eiſen und ein Magnet, ſcheine dieſe Erklärung alle Wahrſcheinlichkeit zu verlieren. Noch einen Grund dagegen biete auch das Roheiſen dar, welches nach Lampadius viel Sauerſtoff enthalte, und der Rinnmannſchen angeführten Erfahrung gemäß des Magnetismus fähig ſey, und da Stahl, der mehr Sauerſtoff enthalte, als weiches Eiſen, am beſten zum Magneten geeignet ſey. Der Widerſpruch alſo, worauf wir hier geführt würden, beſtehe darin, daß eben der Sauerſtoff, der das Eiſen durch ſeinen Zutritt des dauernden Magnetismus fähig mache, dieſe Wirkung auch wieder zerſtöre. Dieſen Widerſpruch aufzulöſen ſcheine uns beſonders die letztere Erfahrung die Hand zu biethen. Roheiſen unterſcheide ſich vom weichen Eiſen nach Lampadius nicht bloß durch größern Sauerſtoffgehalt, ſondern auch durch mehr Kohlenſtoff. Beſtimmter als aus Lampadius Verſuchen gehe dieſes aus der Bergmannſchen Beſtimmung der Menge von Waſſerſtoffgas hervor, die ſich bey Auflöſung gleicher Mengen der verſchiedenen Eiſenarten in Salzſäure entwickele. Die Menge Sauerſtoff könne man hieraus ſehr beſtimmt nach dem Verhältniß, wie 15 Theile Waſſerſtoff zu 85 Theile Sauerſtoff, dem Gewichte nach, berechnen; doch ſey dieß von keinem Zwecke. Genug die Mittelzahlen bewieſen, rohes Eiſen bedürfe weniger Sauerſtoff zu ſeiner Verkalkung als weiches Eiſen, und dieſer Unterſchied ſey ungleich größer, als aus dem Verhältniß des größern Kohlenſtoffgehalts folgen würde; Stahl hingegen ſey etwas weniger oxydirt, als Roheiſen. Den Kohlenſtoffgehalt gebe Bergmann in 100 Theilen Roheiſen von 1 bis 33, in dem Stahle von 0,2 bis 0,8, in weichem Eiſen von 0,05 bis 0,2 an; doch war dieß kein reiner Kohlenſtoff, ſondern eiſenhaltiger Graphit.

Außer

Außer dieſen beyden Unterſchieden gebe es, wenn er nicht irre, zwiſchen dem Roheiſen und den übrigen Sorten noch einen dritten, den er beyläufig zur Prüfung vorlegt. Rinnmann erzählt, daß ein Tropfen Scheidewaſſer auf dem Roheiſen einen ſchattirenden, ungleichen ſchwarzen Fleck hervorbringe, da hingegen auf dem Stahle ein ſolcher Fleck gleichförmig ſchwarz, auf dem weichen Eiſen gleichförmig weiß erſcheine. Er glaube nicht, daß ſich jene Ungleichheit beſſer, als aus der ungleichen Miſchung des Roheiſens mit Kohlenſtoff ableiten laſſe, woher ſich dann nicht nur die Leichtigkeit des Roheiſens, ſondern auch zum Theil die Unfähigkeit zum Magnetismus erkläre. Alle dieſe Erfahrungen, insbeſondere die Nothwendigkeit des Kohlenſtoffs, um den des Magnetismus fähigſten Stoff, Stahl, hervorzubringen, führten uns auf das Reſultat, daß weder das Eiſen allein, noch die Verbindung mit dem Sauerſtoffe in einem gewiſſen Verhältniß, die des ſtärkſten, dauerhafteſten Magnetismus fähige Maſſe hervorbringe.

Von Arnim ſetzt zur Theorie des Magneten feſt, daß zum Magnetismus überhaupt Cohärenz, und zum höchſten Magnetismus, außer der chemiſchen Beſchaffenheit, die höchſte Cohärenz gehöre. Die Erfahrung beſtätige dieß hinreichend: glühend und verkalkt verliere das Eiſen alle magnetiſche Eigenſchaften. Eiſen, der beſte Magnet, habe ferner die größte Cohärenz, nach ihm komme Kupfer und Platina, und auch dieſe ließen ſich durch eine geringe Miſchung mit Eiſen in Magneten verwandeln. Die auszeichnende chemiſche Eigenſchaft deſſelben ſey: mit dem Kohlenſtoffe in verſchiedenen Graden der Säuerung eine Verbindung in Metallform einzugehen. Lampadius

glaube mit dem Sauerſtoffe; doch ſtütze ſich dieſe Meinung nur auf Verſuche mit kohlenſtoffhaltigem Eiſen; allgemeine Gründe dagegen würden ſich in der gewöhnlichen Wirkung der Sauerſtoffverbindung auf die Metallform finden. Aber was habe dieſe Metallform ſo Auszeichnendes, daß jeder ſie wieder erkenne, ohne ſich genau den Unterſchied zu entwickeln? Er glaube, man thue Unrecht, wenn man es in dieſe oder jene einzelne Eigenſchaft ſetze; einzeln möchte man ſie wohl alle, auch in andern Stoffen, wieder finden, aber nicht ſo wie ſie hier verbunden ſind, und Oxydirbarkeit, Undurchdringlichkeit, Schmelzbarkeit, Wärme und Elektricitätsleitung, großes ſpecifiſches Gewicht, Cohärenz u. ſ. f. machten es zuſammen aus. Und alle dieſe Eigenſchaften verſchwänden entweder ganz oder zum Theil bey der Verbindung mit dem Sauerſtoffe. Dieſe Wirkung ſey ſo allgemein, zeige ſich auch beym Eiſen, wenn wir es Eiſenoxyd nennten, ſo daß es ſchwer werde, zu glauben, daß bey einem niedrigen Grade der Oxydirung das Gegentheil ſtatt finden ſollte. Er kehre dahin zurück, daß der Kohlenſtoff in verſchiedenen Graden der Oxydation ſich mit dem Eiſen verbinde. Durch die Verbindung mit Kohlenſtoff werde das Eiſen im Stahle ſpecifiſch ſchwerer, mit eben dieſem Stoffe im Roheiſen verbunden ſpecifiſch leichter; dieß müßte daher durch den dritten Stoff, den Sauerſtoff, beſtimmt, und, da nach allgemeiner Erfahrung der Sauerſtoff die Dichtigkeit des Körpers, mit dem er ſich verbindet, mindere, der Kohlenſtoff im Roheiſen oxydirter als im Stahle ſeyn. Das ſtimme nicht nur mit dem Reſultate aus Bergmann's angeführten Verſuchen über die Menge des entwickelten Waſſerſtoffgas, ſondern auch mit der Erfahrung überein, daß Stahl ſchwerer roſte, als je

des

des andere Eiſen, welches ſich nun leicht aus der Beobachtung Guyton's erkläre, daß der Kohlenſtoff, mit je weniger Sauerſtoff verbunden, deſto ſchwerer ſich damit verbinde. Es werde endlich auch dadurch beſtätigt, daß der Stahl beym Härten am ſpecifiſchen Gewichte verliere, und daß nach Coulomb's Erfahrung das ſtarke Härten dem Magnetismus ſchade. Muſſchenbroek habe aber gefunden, daß Stahl ungleich geringere Cohärenz als Eiſen habe. Sobald daher angenommen ſey, daß bey der erforderlichen chemiſchen Beſchaffenheit die größte Cohärenz des Stoffs die beſten Magnete liefere: ſo ſehe man, daß der Kohlenſtoff und Sauerſtoff ein beſtimmtes Verhältniß haben müßten, weil ohne beyde zwar kein dauernder Magnetismus im Eiſen ſey, ſie aber die Cohärenz des Magnetismus verminderten, daher wiederum der Stärke ſchadeten.

Da wir fänden, daß beym Magnetiſiren ohne Volumenveränderung bey uns der Nordpol ſchwerer, alſo ſpecifiſch ſchwerer, dagegen der Südpol ſpecifiſch leichter werde; ſo könnten wir vielleicht annehmen, daß durch eine Wirkung eines zweyten Magnets dieſer dem Südpole Sauerſtoff abgetreten, dagegen von dem Südpole Kohlenſtoff erhalten habe. Doch folge daraus nicht, daß der Chemiker, wenn er den Magneten jetzt in der Mitte durchbräche, von der einen Seite mehr Kohlenſtoff, von der andern mehr Sauerſtoff erhalten würde, ſondern indem der Magnet ſich trenne, kehrten ſich auch dieſe gemeinſeitigen Bedingungen in ihren neuen Pole um. Nur in der leichtern oder ſchwerern Oxydirbarkeit der Pole laſſe ſich dieſes erkennen. An Magneten allein ſuchte er dieſes vergebens, weil ſie zu lange, um merklich verkalkt zu

werden, mit Waſſer überſtrichen ſeyn müßten. Lege man hingegen eine Armatur von weichem Eiſen an beyde Pole, und beſtreiche beyde Pole mit Waſſer; ſo könne man in kurzer Zeit die ſtärkere Oxydation an dem Nordpole des Magneten, alſo an dem Südpole der Armatur, folglich da, wo ſchon der meiſte Sauerſtoff ſey, finden, weil nach Guyton's Erfahrung die Anziehung des Kohlenſtoffs zum Sauerſtoffe zunehme, je mehr er davon erhalte. Dieſe verſchiedene Oxydation erkläre auch die von Ritter beobachtete Erſcheinung, daß zwey Eiſennadeln zu wirkſamen Excitatoren des Galvanismus gemacht würden, wenn man die eine derſelben durch Streichen magnetiſirt. Er geſteht, daß jene Vermuthung über die ungleiche chemiſche Beſchaffenheit beyder Pole ihre Schwierigkeit habe, dagegen gewinne ſie aber durch die angeführte Beobachtung Guyton's. Dieſe letztere erklärt mit außerordentlicher Leichtigkeit die Schnelligkeit, mit der man die magnetiſche Kraft, wenn ſie ſich einmal zeigt, unter ſchwach magnetiſirten Stäben vermehren könne, u. ſ. w. Eine entgegengeſetzte chemiſche Beſchaffenheit der Erdpole würde dann dieſen magnetiſchen Nord- und Südpolen entſprechen; eine Verſchiedenheit, die er zwar nicht aus der verſchiedenen Bindung der beyden Seiten unſerer Erde herleiten könne, weil die Uebereinſtimmung der Gebirgsmaſſen in ſehr entfernten Gegenden es wahrſcheinlich mache, daß dieſer Unterſchied tiefer als unſere bewohnte und befahrne Erdrinde liege, wenn gleich beyde einen gemeinſchaftlichen Grund in der ungleichen Erwärmung der nördlichen und ſüdlichen Halbkugeln hätten. Noch gebe es ein Metall, den Kobalt, der ohne Beymiſchung des Eiſens nach Kohl's Entdeckung eines ſtarken Magnetismus fähig ſey.

Merk-

Merkwürdig ſey es, daß er nach Briſſon mit dem Stahle im ſpecifiſchen Gewicht übereinſtimme. In Rückſicht der Cohärenz wären noch keine Verſuche angeſtellt; in der Reihe der Adhärenzen mit dem Queckſilber ſtehe er neben dem Eiſen, doch ſo, daß das Eiſen durch 115 Gran, der Kobalt durch 8 Gran abgeriſſen werde. Dieſe außerordentlich geringe Adhäſion machte Hrn. v. Arnim zuerſt darauf aufmerkſam, ob nicht auch hier, wie bey dem Stahle, durch die Verbindung mit Kohlenſtoff die Adhäſion geſchwächt werde? Er lößte deßwegen etwas von einem ſehr reinen Kobaltkönig in Salpeterſäure auf; die angegriffene, vorher polirte Seite war ſchwarz gefleckt worden, auch fand er in der Säure einen feinen aufgelößten ſchwarzen Niederſchlag, von dem er aber zu wenig hatte, um ſich mit Gewißheit zu überzeugen, ob es Kohlenſtoff ſey. Sollte dieß nicht etwa zufällig, ſondern allem Kobaltkönige gemein ſey, ſo würde dadurch die Entſtehung des Magnetismus im Kobalt, wie im Eiſen, gleiche Urſache haben. Eben ſo einfach ſchließe ſich der Magnetismus kohlenſtoffhaltiger Subſtanzen, des Diamants, u. ſ. w. wovon ausgegangen war, hier an; ſie ſind, wie der Eiſenmagnetismus, Folge der verſchiedenen Oxydirbarkeit des Kohlenſtoffs und ſeiner Eigenſchaft, mit der größern Menge Sauerſtoff, die er gebunden, immer mehr Anziehung gegen denſelben zu bekommen. Für die Theorie des Magneten ſey, wenn dieſe Beobachtungen nicht Berichtigung, ſondern Beſtätigung erhalten ſollten, weiter nichts geleiſtet, als daß er das chemiſch Auszeichnende des Magneten, das chemiſch Veränderte beym Magnetiſiren aufgeſucht habe; eine Arbeit, die zwar zur Vollſtändigkeit nothwendig, aber für den übrigen Theil der Theorie, Ableitung

der Geſetze aus der allgemeinen Dynamik, ganz ohne Anwendung ſey.

Noch eine andere Theorie des Magnetismus, aus den Principien der metaphyſiſchen Naturwiſſenſchaft entwickelt, hat Eſchenmeyer u) angegeben, welche aber nicht hieher gehört.

u) Verſuch, die Geſetze der magnetiſchen Erſcheinungen aus Sätzen der Naturmetaphyſik, mithin a priori zu entwickeln. Tübingen 1798. 8.

Regiſter.

A.

Abat II, 94. IV, 73. 720.
Abich VIII, 95 f.
Achard VI, 239 f. 256. 359. VII, 140. 290. 332. 559. 854. 1012. VIII, 91. 111. 360. 435. 568. 617. 852.
Ackermann VII, 1021. VIII, 615.
Adams III, 172.
— (G.) VII, 145. 148 f. 169 f. 180. 196. VIII, 359. 377. 378. 442. 485. 537.
— jun. VII, 197.
Adanſon V, 804. 864. VI, 790. VIII, 860.
Adelburner IV, 305.
Adet VII, 977.
Adſigerius I, 253.
Aepinus IV, 644. 679. 749. 753. 810. 814. V, 686. 692. 726. 735 f. 743. 747. 776. 801 f. 808. 813. 846 f. 858. 890. 906. 990. VI, 553. 682. VII, 196. VIII, 280. 527. 892.
Agathodämon I, 137.
Aggiunti I, 306.
Ahrens VI, 626.
Albin IV, 632.
Albrecht von Oeſtreich I, 200.
Aldini VIII, 250 f. 596. 619. 846 f.
d'Alembert I, 178. II, 552. IV, 20. 24. 89. 98. 132. 137. 144. 156. 164. 169. 219. 239. 294. 314. 317. 324. 327. 509. 834. V, 876. VI, 640. 732. 745.
Alexander VII, 683.
— (Jak.) IV, 290.
— M. I, 99.
Algarotti IV, 769.
Algöwer III, 363.
Alhazen I, 150. 179. II, 32. 597. IV, 695.
Allamand V, 482. 492 f. 864.
Allen IV, 736.
Americo Veſpucci I, 137.
Amerſin V, 637.
Amontons II, 387. 420. 422 f. 427. 461. 467 f. 602. III, 218. 222. 225. 248. 344. IV, 147. 175. 184. 222. 226. VI, 398. 523.
Andoque V, 391.
Antheaulne V, 909. 914. 916. 921. 925 f.
Anthemius II, 87.
Apian I, 129. II, 549.
April II, 580.
Arbuthnot V, 86.

Archimedes I, 78. 83. 88. 133. 383. II, 85. IV, 765.
d'Arcy IV, 131. 646 f. V, 641.
Arderon V, 268.
Arejula VIII, 103.
Argand VII, 546.
Ariſtoteles I, 18. 34. 99. 113. 133. 148. 155. 212. 354. 387. II, 115. 177. III, 238. V, 358.
d'Arlandes VII, 540.
Arlton V, 261.
v. Arnim VI, 235. 274. 364. 520. 632. 634 f. 915 f. VII, 173. 298 f. 584 f. 968. 1028 f. VIII, 144. 226 f. 252. 596. 665 f. 713. 748. 749 f. 756. 848 f. 886. 911 f.
Arnold VII, 407.
d'Arquier V, 102. 984 f.
Artedi V, 864.
v. Aſch V, 336.
Aſh VIII, 649. 654. 661. 752. 849.
d'Aubenton V, 804.
Aubert VIII, 317 f.
Auguſtus II, 144.
Auſtin VI, 410.
Auzout I, 500. II, 91. 93. 100.
Avicenna V, 984.

B.

Baader (F. X.) VII, 383. 1002.
— (Joſ.) VI, 500 f.
Baco (Roger) I, 169. 180. 460.
— (von Verulam) I, 4 f. 7. 30. 32. 35. 54. 62. 84. 89. 91 f. 95. 100. 144. 147. 155. 168. 213. 217 f. 223 f. 226 f. 229 f. 235 f. 242. 261. 263. 284. 438. 462. 467. 472. 474. II, 159. 167. 204. V, 394. VI, 558.
Badovere I, 185.
Baker III, 170. IV, 749. 752. 755. V, 557.
Balbi III, 283.
Balduin III, 184.
Baliani I, 275. 328. 332. 393.
Ball III, 253.
Balthaſar III, 220. IV, 751.
Baptiſte VIII, 156.
Baratier IV, 305.
Barbaroux VIII, 379.
Barents IV, 478.
Barlow III, 497.
Baron V, 297 f.
Barrow I, 178. 383. II, 45. 60 f. III, 202. IV, 694. 698 f. 835. 838.
Bartholin (Eraſmus) II, 122.
— (Thomas) II, 12. 115 f. III, 424.
Bartolt II, 500.
Baſſe VIII, 828 f.
Bauer VIII, 58.
Baumé V, 55. VII, 647 f. VIII, 1 f. 41.
Bauſch I, 262.
Beal I, 436. II, 119. IV, 192. 793.
Beaumé IV, 627. VI, 905.
Beccari III, 183. IV, 770. 772 f. 778. 783. 785. 787 f. 797 f. VII, 237.
Beccaria IV, 338. 350. 364. 801. V, 136. 254. 258. 351 f. 390. 391. 459. 601. 638. 644. 647 f. 708 f. 741. 743. 744. 752 f. 794 f. 826 f. 837. 848. 879. 897. VI, 776. VII, 230. 240. 489. 671. VIII, 51. 55. 67. 80. 250. 280 f. 502. 590. 628.

Becher

Becher II, 161. III, 267. 274. 372 f. V, 164. 251. 262.
Beck V, 857.
Beckmann I, 126. IV, 407. V, 798. VI, 904.
Beddoes VII, 274. 1073.
Beguelin IV, 510. 721. 821 f. VII, 143. 251.
Behrends VIII, 616.
Beigthon III, 250.
Belidor III, 251. 255. IV, 129. 148. 154. 169.
Bellin V, 936.
Bellogradi V, 265.
Benedict XIV. II, 92.
Bennet VIII, 362. 396. 403. 408. 870. 888.
Benzenberg VI, 220 f. 428 f. VIII, 53. 66.
v. Bergen V, 16. 576.
Bergmann IV, 440. 831. V, 258. 344. 349. 351. 366. 389. 639. 658. 677 f. 701. 812 f. 852. 870. 871. 882. 901 f. VI, 293. 298. 321. 353. VII, 383. 398. 436. 647. 807. 811. 813. 916. 924. 961. 1001 f. VIII, 3. 38. 41. 84. 90. 252. 628. 914.
van Berkel V, 864.
Berkeley II, 61. 264. IV, 694. 724.
Berlinghieri VII, 611. VIII, 621.
Bernegger I, 105.
Bernhard VI, 391.
Bernieres VII, 269.
Bernoulli (Dan.) II, 382. 394. IV, 62. 89. 109. 135. 144. 154. 162 f. 169. 196. 226. 230. 256. 311. 377. 383 f. 421. 517. 636. V, 33 f. 252. 905. 955. 958 f. 987. 990. VI, 781. 796.
Bernoulli (Jakob) I, 423. II, 260. 297. 306. 315. 367. 419. 462. 550. III, 54. 207. 368. IV, 136. VI, 596.
— (Johann) I, 368. II, 286. 337. 368. 382. 421. III, 53. 129. 206. 261. 280. 416 f. 430 f. 460. IV, 18. 29. 61. 96. 115. 130. 132. 135 f. 162. 246. 293. 311. 830. V, 86. 987. 990. VI, 375.
Berretray VI, 504.
Berthollet VI, 321. 342 f. 524. VII, 4. 24. 803. 931. 977. 997. 1036 f. VIII, 42 f. 136. 270.
Bertholon de St. Lazare V, 354. VI, 772. 776. VIII, 855.
Bertier VI, 236.
— (Pat.) IV, 19. V, 620.
Bertrand IV, 348.
Bertus I, 408. 472.
Beſeke VII, 199.
v. Betancourt VII, 499. 518.
Bettini I, 135.
Bewis V, 501 f. 515. 525. 593 f.
Bewley VII, 716. 733. 735 f. VIII, 38.
Bianchini V, 553. 559.
Bienvenu VIII, 353. 483.
Bjerkander VIII, 148. 253.
Bignon II, 438.
Biker VII, 503 f.
Bina IV, 358 f.
Biot VIII, 802 f.
Birch V, 515.
Blach VIII, 858.
Black V, 114 f. 165. 185. VI,

VI, 536. VII, 363. 382 f. 394. 524. 605. 622. VIII, 41.
Blagden VII, 439. 606. VIII. 21. 101. 141.
Blair VII, 33. 38 f. 193.
Blanchard VI, 541.
Blanchini II, 540. IV, 279. 302 f.
Block V, 293.
le Blond IV, 552.
Blondeau VI, 401.
Blondt VIII, 36.
Blunt VI, 479. 508.
Bode IV, 287. VI, 652. 679. 708 f. 712 f. 720. 724. 739. 757.
Bodinus I, 140. II, 121.
de la Boë (Sylvius) II, 181.
Boeckmann VII, 138. 1060 f. 1070. VIII, 178. 712 f. 739. 748. 827.
Böhm IV, 389.
Boerhaave III, 285. IV, 547. V, 2 f. 46. 51. 82. 86. 94 f. 149. 164. 240. 243. 262. 264. 400. VII, 363. 400. VIII, 98.
Bohadſch V, 838.
Bohnenberger VIII, 424. 469. 487 f. 854.
Bonacurſius II, 59.
Bond III, 513. 558.
Bondt VI, 772.
Boneventura I, 354.
Bonnet V, 261.
Bonzi IV, 785 f.
Borda IV, 132. VI, 750.
Boreel I, 183. 199. 201.
Borel I, 182. 199. II, 93.
Borelli I, 216. 272. 295. 311 f. 330. 352. 360. 385. II, 177. 195.
Borrichius II, 166. 201. V, 251. 261. 264.
Boſc d'Antic IV, 63.
Boscowich IV, 12 f. 302. 338. 452. 518. 808. V, 390. VI, 223.
Boſe V, 476. 482 f. 545. 547. 549. 559 f. 630. 841. 850.
Bosfrand III, 254.
Boſſuet VI, 391.
Boſſüt III, 251. IV, 275 f. 298.
Boterus I, 139.
de Bottis IV, 349.
Bouguer III, 133. IV, 30. 122. 244. 334 f. 339 f. 342 f. 349. 398. 400. 402 f. 424. 437. 556. 559 f. 595. 600. 603. 615 f. 698 f. 705 f. 758. 806. 810. 817. 820. 832. V, 40. 43. 935. VI, 667. 746. 755. 854. VII, 96.
Bouilland IV, 331.
Bouillet V, 62.
Boulanger V, 458. 535 f. 542. 884. VII, 725. 727.
Boulton V, 77. VII, 518.
Bourbon, Herzog von Conté II, 116.
Bourguet III, 185. IV, 348. 440.
— (D. L.) VIII, 723 f.
Bourzes III, 191.
Bouſſard VIII, 258.
Bouvard VI, 719.
Boyle I, 296 f. 308 f. 388 f. 400. 413. 417. 419. 522 f. 439. 442 f. 447. 450 f. 456. 460. 473. II, 10. 12. 29. 48. 65 f. 78. 81. 117 f. 159. 163. 166. 174. 178 f. 184. 190. 192 f. 199 f.

201 f. 204 f. 209. 210. 216 f. 222. 234. 238 f. 243. 250. 259. 413. 443. 445. 454. 459. 461. 467. 469. III, 186. 241. 264. 278. 305. 312. 324. 439. 468. 474. 493. V, 150. 177. 215. 216. 259. 261. 264. 459. VI, 904. VIII, 86.
Bradley II, 516. 554 f. III, 166. IV, 271. 282. 298. 325 f. 328. 476. 757. 839.
Brander IV, 753. 760 f. V, 307. VI, 395. 905. VII, 198.
Brandes VI, 867. VIII, 53. 64.
Brandt III, 186.
Braun V, 9. 19. 33. 53. 56. VII, 548.
Breceton II, 84.
Bremer VIII, 723.
Brengger I, 178.
Brenna I, 127.
Brighton IV, 173. 184.
Brignoli V, 631.
v. Brilhac VIII, 447 f.
Briſſon V, 32. 85. 348. VI, 906 f. VII, 240. 268. 271. VIII, 503. 802. 919.
Brook VI, 511. VIII, 378. 490 f.
Brougham VII, 96 f. 109 f.
Brounker I, 419 f. 451.
Brouſſonet VIII, 860.
Browall IV, 373.
Brown II, 23.
Brownrigg V, 161 f.
Brückmann III, 348.
v. Brühl VI, 679.
Brugmans IV, 95. V, 907. 963. 990 f. VIII, 140. 869. 911. 916.
Brugnatelli VII, 30 f. 230.
Bruno I, 26. 130.
Brydone VI, 759. 767. 769. VII, 154. VIII, 578.
Büache IV, 347. V, 934.
Büat VI, 389. 391.
v. Buch VI, 470.
Buchholz VII, 648. VIII, 807.
Bucquet VII, 648.
Bückling VII, 521.
v. Büffon II, 87. IV, 25. 84. 295. 347 f. 366. 369. IV, 444. 557. 642. 734 f. 761 f. 818. V, 5. 50. 86. 511. 563. 591. VI, 294. 295 f. VII, 144. 332. 601.
Bülſinger II, 281. IV, 65. 81. 98. 148. V, 16.
Bürette IV, 247.
Bürja VII, 140.
Büſch VI, 391. 906. VII, 148. 155.
Bugge VI, 697.
Bullialdus I, 482. 488.
Buono V, 4.
Burckhardt VIII, 889.
Burnet II, 603.
Buſäus I, 118.
Buzzi VII, 142.

C.

Cabäus II, 15. 22. 221. 236. 241. 244. 252. III, 468.
Cadet VII, 268. VIII, 503.
de la Caille IV, 261. 278. 279. 285. 290 f. 313. 328. 337. 339. 340. 341. 344. 425. 475. 557. V, 952. 955 f. 962. 968 f. VI, 745. 848. VII, 36.
Calame VIII, 464.
Calandrello VI, 698.
Calau IV, 556.

Caldani

Caldani VIII, 619.
Calsmann VIII, 623.
Campanella I, 28 f.
Campani I, 494. II, 92. 541. VII, 38.
Campbell IV, 344. 345.
Camus II, 391. IV, 149. 335.
Candi VIII, 507.
Canonica IV, 338.
Canton IV, 457 f. 584. 775 f. 778. 779. 794 f. V, 273. 483. 509. 528. 543. 559. 593 f. 636. 644 f. 669 f. 688. 696. 701. 726 f. 742. 751. 754. 772 f. 777. 797. 809 f. 860. 878 f. 909. 913 f. 916. 920. 948 f. VII, 209. VIII, 97. 628.
Carbone IV, 302.
Carcavi I, 404.
Cardanus I, 13. 140. 149. 460. II, 121.
Carl II. I, 477.
Carlisle VIII, 673 f.
Carmoy VIII, 509.
Carrochet VI, 686. VII, 190.
Carré II, 304. 306. 490. III, 207. IV, 66.
Carteſius I, 27. 182. 195. 259. 264 f. 270. 273. 280. 284 f. 296. 303. 321. 322 f. 338. 355 f. 368. 380. 383. 387. 404. 431. 433. 462. 485. 502. II, 8. 13 f. 19. 25. 35. 37. 40. 43. 48. 49 f. 56 f. 64 f. 86. 89. 95. 130. 139. 151. 153. 158. 175. 180. 188. 195. 197. 198. 219. 226. 242. 255 f. 259. 262. 316. 319 f. 383. 393. 474. III, 125. 147. 154. IV, 809.
Caſan VIII, 199.
Casbois VI, 279. VIII, 161.
Caſcariolo II, 113.
Caſſegrain II, 502. III, 165. 489.
Caſſini (Dom.) I, 472. 494. 499 f. II, 92. 421. 516. 519. 524 f. 528. 535. 537. 540. 541 f. 562. 594 f. III, 370. 429. IV, 285. 288. 303. 421. VI, 688. 699. 759.
— (Jakob) II, 461. 518. 523. 542. 544. 554. 558. 563. III, 77. 231. 460. 523. IV, 124. 172. 177. 261. 282. 286. 299. 303. 309 f. 328. 332 f. 336. 377. 380 f. 398. 757. V, 50.
— ( ) VI, 750. VIII, 888 f.
Caſtel II, 344. IV, 522. 552. V, 135.
Caſtelli I, 392.
le Cat IV, 198. 444. 612 f. 634. V, 537.
Catani IV, 349.
Catharina II. V, 328.
Cavallerie I, 191. III, 203. IV, 377. VI, 781.
Cavallo VI, 281. 480. 536. 776. VII, 198. 277. 304. 410. 1010. 1014. 1017. 1073. VIII, 255. 285. 336. 342 f. 357 f. 363. 391 f. 397 f. 405. 413 f. 433. 439. 441 f. 496. 497. 506. 515 f. 517 f. 529. 532. 560 f. 568 f. 645 f. 854. 869. 888. 911.
Cavendiſh V, 108. 163. 185 f. 515. 769. VI, 232. 536. VII, 207. 285 f. 432. 627. 636. 640. 643. 711. 807. 810.

810. 1013. VIII, 7. 21. 99 f. 133. 209. 510 f. 798.
Caverhill V, 85.
Cawley III, 248.
Cazalet VI, 504.
Cazräus I, 276.
Celſius IV, 335 f. 345. 371. 393. 615. 809. V, 15. 59 f. 871. 940 f. 944. 953 f.
Chabot I, 253.
Chalmers V, 255.
Chandler VII, 808.
Changeux VI, 399. 445. 455.
Chanut I, 431.
la Chapelle VI, 476.
Chappe IV, 279. VIII, 572.
Chaptal VII, 4. VIII, 266. 268. 802.
Charles VI, 538. VIII, 658. 802.
v. Chatelet IV, 106.
Chaufepié I, 30.
de Chaulnes IV, 473. 517. 539 f. V, 256.
Chauſſier VII, 556. 809.
Chazelles II, 594.
v. Cheſeaux V, 302 f.
Cheſelden IV, 672. 714.
Childrey II, 527. IV, 355.
Chiminello VIII, 155.
Chladni VI, 559 f. 580. 583 f. 621 f. 628 f. 638 f. VII, 239. VIII, 52. 54. 56. 58. 67.
Chovin III, 239.
Chriſtin V, 15.
Ciarcy VI, 442. 911.
Cigna V, 128 f. 659. 702. 716. 748 f. VI, 237. VII, 671. VIII, 280. 628.
Clairaut IV, 23 f. 270. 294. 314. 317 f. 325. 335. 339. 344. 465. 504. 507. 513. 834. 840. 841.
Clavius I, 135.
Clayton II, 240. V, 153.
Clement VII, 990. 997 f.
Cleoſelier I, 359. II, 44.
Clicthove I, 205.
du Clos II, 186.
Coiffier V, 589.
Colbert I, 263. III, 286.
Colepreß II, 247. III, 487.
Colom I, 137.
de la Condamine IV, 30. 263. 335. 340 f. 345. 349. 425. 482. V, 43. 935. VI, 784.
Conté VI, 392. 425 f.
Conyeus II, 502.
Cooke V, 539.
Copernicus I, 17 f. 35. 62. 103. 112. 123. 130. 480.
Corradori VI, 504 f. 897 f. VII, 224 f. VIII, 619.
Coſta I, 120. III, 490.
Cotes II, 280. IV, 413. V, 215. VI, 846.
Cotte VI, 473. 868. VIII, 181. 260. 564. 889.
Cottunius I, 139.
Cotugno VIII, 610.
Coulomb VI, 383. VIII, 658. 802. 804. 838 f. 852. 875. 881 f. 888. 892 f. 917.
Couplet II, 566. 594. IV, 335.
de Courtivron III, 53. IV, 684. 765. 840.
Couttaud IV, 19.
Cox II, 97.
Crabton I, 493.
Cramer III, 54. IV, 259. 830.
Cranz V, 195 f.
Crawford VI, 362. VII, 363. 382. 393 f. 399. 525. 601. 603. 606 f. 889. VIII, 7. 16. 17. 40.
de Crequy V, 244 f.

Creſcentius II, 22.
dû Creſt V, 14. 17. 23. 24. VII, 283. 296.
Creve VIII, 620. 647.
Crignon I, 253.
Croll I, 17.
Cronſtedt V, 812.
de Crouſaz IV, 85.
Cruikſhank VII, 874. 977 f. 990. VIII, 677. 680 f. 712. 727. 786. 824.
Cuff IV, 752.
Cullen V, 55. 85. VI, 521. VII, 405.
Cunáus V, 492.
Cunningham III, 538. 539. V, 952. 968.
Cuthberſon VI, 480 f. VIII, 151. 379. 447. 449 f. 459 f. 470. 477. 479. 493 f. 496. 529. 541. 543. 841. 843.
Cyprian I, 28.
Cyſati I, 117. 128.

D.

Dalençé I, 215. II, 224. III, 220. 343. 555.
v. Dalberg VI, 553. VIII, 92.
Dalibard V, 563. 589 f. 620. 752. 852.
Dalin IV, 371.
Dalton VI, 527 f. VII, 508 f. 956 f. 1056 f.
Damen VI, 858.
Dampier IV, 369. V, 389.
Daniel IV, 721.
Darwin (Erasm.) V, 655. 742. VII, 406. 409.
— (R. W.) VII, 144.
Daval V, 515. 559.
Davy VII, 330. 588 f. 601. 972. 1060. 1071 f. VIII, 687 f. 786.
Dechales I, 278. 302. 352. 358. 479 f. II, 9. 45. 86. 101. 111. 121. 132. 140. 176. 198. 221. 230. 571.
Deiman VI, 772. VIII, 36, 151. 541.
Delaval VII, 752. 844.
Dellebare VII, 195.
Delor V, 589 f.
Demachy V, 164 f. VI, 293. VIII, 86.
Dentrecolles V, 984.
Derham II, 486. 496 f. 587. III, 239. 358. 488. 497. 500. IV, 122. 193. 797. V, 907.
Deſaguliers II, 283. 377. 439. III, 136 f. 244. 248 f. 253. 499. IV, 149. 332. 723. V, 6. 62. 99. 138. 140. 147. 470 f. 573.
Descartes ſ. Carteſius.
Deſormes VII, 989. 991 f. 997 f. VIII, 784.
Deverdûn VI, 790.
Dickenſon VII, 154.
Dickinſon II, 201.
Dietrich V, 961.
Dinglinger IV, 243.
Dioſcorides V, 984.
de Divinis II, 92. 98.
Diviſch V, 836.
Dixon IV, 338.
Dizé VII, 28 f.
Dobſon VII, 734. 843.
Dodart II, 28.
Dodſon V, 936.
Dörfel II, 547.
Dollond (J.) IV, 486. 492. 499 f. 516. 740 f. 760. 842. VII, 38. 180.

Dollond (P.) IV, 516.
Dolomieu VI, 768. 773 f. VII, 206.
de Dominis I, 208. II, 49.
Donati I, 186. IV, 369.
Donndorf VIII, 357.
Douglas V, 84.
Drake I, 134.
Drebbel I, 183. 200. 215.
Dryfhout V, 390.
Dûcarla VII, 550 f.
Dûchanoys VI, 764 f.
Dûhan de Jandûn V, 955.
Duncan VII, 606.
Dunthorne IV, 296.
Dûpuy II, 87.
Duräus IV, 325.
Dûrand V, 23. VII, 182. 296.
Dûtal III, 434.
Dûvernois VI, 525 f.

E.

Ebeling VIII, 838.
Eberhard IV, 143. 817. V, 880.
v. Eberle VIII, 285.
Eckeberg V, 952. 964 f.
Edgeworth VII, 409.
Edwards IV, 566. 809. VII, 181.
Eeles V, 655.
Eichhof VIII, 838.
Eicke VI, 236.
Eimbke VII, 557. 930.
Eimmart II, 525.
Eiſenſchmidt II, 562.
Eller V, 260. 263. VIII, 86.
Ellicott V, 39. 43. 515. 543. 551. 577. VII, 153.
Elmer I, 461.
Empain VIII, 314. 317.
Engelmann V, 367.
Englefield VI, 720. VII, 327.
Erdmann VIII, 713. 817 f. 824 f.
Erithräus I, 12.
v. Erlach III, 254 f.
Erman VIII, 723 f. 728. 749. 760 f. 834.
Erxleben IV, 553. V, 905. 908. VI, 1. 293. 295. 558. VII, 1. VIII, 6.
Eſchenmeyer VIII, 920.
Eſtienne III, 56.
Euler (Joh. Alb.) IV, 275. 285. 466 f. V, 937.
— (L.) II, 382. 490. III, 162. 175. 212. IV, 9. 24. 25. 61. 87. 89. 95. 110. 115. 118. 130. 132. 135. 148. 153. 157. 166. 168 f. 219. 246. 249 f. 256. 259 f. 273 f. 281. 294 f. 301. 313 f. 317 f. 322. 325. 340. 377. 427. 448 f. 462. 464. 466. 476. 488. 491 f. 511 f. 519. 588. 603. 724. 743. 754. 756. 834. V, 1. 244. 876. 987. VI, 375. 383. 587. 621. 640 f. 730. 781. 796. 798. 806. VII, 1. 4. 195 f. VIII, 876.
l'Eveque VII, 266.

F.

Fabri I, 301. 306. 360. II, 17. 98. 149. 206. 305. III, 153. IV, 66.
Fabricius ab Aquapendente I, 167. II, 115. IV, 640.
— (D.) I, 116.
— (J.) I, 116.
Fabroni VII, 34. 912. VIII, 648. 666. 752. 849.
Faggot IV, 253. VI, 904.
Fahrenheit III, 221. 223. 226.

310. V, 17. 52. 279. VI, 910.
Falconer VII, 901.
Fatio de Duillier II, 525 f.
de Fauchy IV, 807. V, 935.
Faujas St. Fond VII, 542.
du Fay II, 307 f. III, 185. 436. IV, 171. 184. 459. 770 f. V, 50. 356. 358 f. 451 f. 469. 531. 626. 883 f. 009 f. 987.
le Febre VIII, 144.
v. Felbinger V, 323 f.
Ferdinand III. I, 413.
Ferguſon V, 303. 840.
Fermat I, 271. II, 44.
Fernel I, 135.
Feuillée II, 566. 572. 596. III, 527. 538. 544. IV, 381. V, 952. 968 f.
Fierlinger VII, 1002.
de Fieſc V, 244 f.
Fincke II, 12.
Fineus I, 254.
Fink II, 71.
Fiſcher VI, 660.
Fitzgerald V, 45.
Fixtmillner IV, 281.
Flagder I, 461.
Flamſtead II, 496. 516. 548. 554. IV, 324. VI, 711.
Flauguergues VI, 220. VII, 145. 251. 262. 271.
Fleiſcher I, 207.
Fludd I, 215. II, 121. 197.
Fokker VIII, 496.
Folkes III, 170. IV, 730. V, 515. 559.
Fontana (Felix) VI, 508. 573. VII, 807. 809 f. 812 f. 836. 891. 898. 919. 1006. 1014. VIII, 87 f. 94. 111. 164. 616.
Fontana (Franz) I, 187. 201. 493 f.
— (Gregor) IV. 412.
de Fontenelle II, 436. 534. 545. 557. IV, 325.
v. Forbin V, 880.
Fordyce VII, 361. 555. 561. 602.
Foreſter VII, 406.
Formey IV, 11.
Forskål V, 881. VIII, 860.
Forſter IV, 370 f.
Fortin VI, 477. VIII, 102.
Foscarini I, 112.
Foſter IV, 672.
Fothergill V, 916.
Fouchy VI, 528 f.
Fougeroux II, 92.
de Fourcy VI, 293.
Fourcroy VI, 342. VII, 304. 420 f. 939 f. 962. 968. 977. 991. VIII, 43. 103. 272. 658. 782 f. 787. 802.
Fowler VIII, 616. 621. 623. 640.
Franklin V, 390. 457. 510. 513. 526. 562 f. 576 f. 622 f. 628 f. 658. 726. 731 f. 739. 742. 751. 832. 839. 850. 888 f. VI, 828. 890. VII, 143. 277. 332. 807. VIII, 161.
Freind II, 196. IV, 31.
Friſi IV, 342.
Fromond I, 480. II, 149. IV, 817.
Frotheringham V, 45.
Fryer VI, 609.
Fuchs von Bimbach I, 127. 184.
Fulda VI, 796 f.
Fulgenzio I, 216.
Funccius II, 149.

Funk (A.) IV, 628.
— (C. B.) IV, 253.
— (J. C.) IV, 830.
Furnerius II, 15. 19 f.
Fuß VI, 736. VII, 196. VIII, 876.

G.

Gabler VIII, 894.
Gärtner III, 183. VII, 231.
Gahn VII, 209. VIII, 731.
Galeati III, 183. IV, 769. 789.
Galen I, 166. V, 984.
Galilei I, 40 f. 59. 67. 69. 71 f. 77. 84. 85. 90. 103 f. 111. 118. 123 f. 134. 144. 178. 185 f. 216. 261. 275. 284. 322. 327 f. 332. 334. 351 f. 354. 383. 398. 402. 422. 481. 488. 490. 495. II, 20. 154 156. 212. 267. 282. 313. 373. 445. 532 f.
Galleni IV, 237.
Galvani VIII, 610 f. 847.
Garcin IV, 192. 482.
Garden II, 431. V, 864.
Gardini VIII, 398. 868.
Garnerin VII, 954. 1028.
Gascoigne II, 99.
Gaſſendi I, 260. 267 f. 276. 279 294. 296. 464. 471. 474. 480. 491 f. 495. 501. II, 7. 10. 39. 58. 132. 147. 180. 197 f. 220. 242. 255. 568. III, 469. 490. VII, 176.
Gaubius V, 864.
Gauß VI, 221. 718.
Gauteron III, 296. 312 f.
Gautier II, 573.
Gay-Luſſac VI, 527 f. VII, 1056.
Gazeram VII, 302.
Gehler V, 476 VI, 366. 370.
Gellert IV, 71, 78.
Gellibrand III, 509.
Geminignus I, 291.
le Gendre VI, 753.
Gengembre VII, 973.
le Gentil IV, 807. VI, 790. VII, 90 253.
Geoffroy II, 304 312. III, 182. IV, 78. V, 51. 118. 196. VIII, 98.
— (der jüngere) V, 251. 263. VIII, 862.
Gerardin VII, 1012.
Gerboin VIII, 757.
Gerdil IV, 49. 72.
Gerhard V, 313. VI, 888.
v. Gersdorf VIII, 58.
Gerſten IV, 195. V, 355.
Gerſtner VI, 383 f. 451. 532 f. 861 f.
Gesner V, 880.
Ghetaldi I, 84. 87.
Gibbes VIII, 273.
Gießing V, 478.
Gilbert (L. W.) VI, 234. VIII, 706 f. 712. 749. 756. 781. 802.
— (W.) I, 38. 205. 238 f. 242. 247 f. 255 257. 315. II, 18 236. 244. III, 490. 548.
Giobert VII, 12. 208. 1022.
Gioja I, 252.
Giri I, 252.
Girtanner VII, 9. 469. 617. 954. 975 VIII, 22. 24 f. 52. 103. 111 f. 216 f.
Gißler IV, 362. 372. V, 871.
Giulio VIII, 616.
Glarick V, 984.
Glauber I, 401.

Gleditſch V, 261.
v. Gleichen IV, 751. VI, 888.
Gmelin (J. G.) V, 52.
— (P. F.) IV, 719.
Godin IV, 291. 335. 344. 402. 425. V, 870. 935.
Goedeking VI, 416 f.
v. Göthe VII, 91 f.
Göttling VII, 208. 229 f. 927. 929. 931 f. 968. VIII, 34 f.
Golovin VI, 587. 621.
Gordon IV, 86. V, 477. 479. 483. 538. 547.
Gould III, 336.
Gouye III, 210. IV, 722.
Graham II, 554. III, 534. 545. IV, 123 f. 344 f. V, 42. 56. 509. 515. 939. 945. 953.
Gralath V, 481. 494 f. 510. 514.
de la Grange IV, 256. V, 129. VI, 237. 452. 558. 624. 640. 654. 676.
Gravengießer VIII, 723 f. 838.
Gratian II, 438.
s'Graveſande II, 299 f. 311. 381. 394. 406. 410 f. 452. 498. III, 236. 238. 253. IV, 116. 128. 143. 201. 802.
Gray III, 153. 175. V, 433 f. 460 f. 573.
Green IV, 6.
Gregory (D.) II, 509. 527. 531. 541. 564. III, 203. 212. IV, 304.
— (J.) II, 96 f. III, 162. 167.
Gren VI, 225. 277 f. 283 f. 289 f. 364 f. 368 f. 507. VII, 3. 8. 20. 93 f. 275. 281. 290 f. 315. 348 f. 392. 400. 440. 501. 521. 554 f. 569. 610. 619 f. 928. 963. 965. 970 f. 1024 f. VIII, 5. 9. 18 f. 22. 33 f. 40. 138. 224. 269. 275 f. 615. 866 f.
Grew V, 367.
Griemberger I, 135.
Grimaldi I, 277. 491. 494 f. II, 102. 105 f. 152. III, 4. 104. 147. VII, 97.
Grimm VII, 361. VIII, 721.
Griſchow IV, 345. 814.
Grizenelli IV, 792.
Grollet III, 335.
Gronov V, 864.
Gruber VII, 155 f. 165 f. VII, 410.
Grummert V, 483. 773.
Gruner VIII, 713. 749. 776 f.
Guenaut VI, 769.
v. Guericke I, 408 f. 416 f. 421. 424 f. 436. 438 f. 443 f. 454. 457 f. 471. 473. 485. II, 30. 63. 130. 150. 160. 183. 191. 196. 204. 221. 231. 234. 236 f. 249. 259. 443. 469. III, 216. 270. 273. 439. 468. IV, 817. VII, 252.
de la Guervande VIII, 160.
Guettard V, 367.
Guilielmini II, 398. VI, 219 f.
Guineau VIII, 144.
Gußmann VII, 191.
Guyton=Morveau VI, 238. 252 f. 280. 295. 298 f. VI, 525 f. 897. VII, 182. 432 f. 438. 556. 931. 989 f. 1026. VIII, 251. 658. 802. 917 f.

H.

Haas II, 520. IV, 268. VI, 408. 480. 574.
Hadley III, 166. VI, 699.
Hällſtröm VI. 275. VII, 114 f.
de Haen V, 840.
Häſeler IV, 176.
Hagen VII, 10.
Hahn V, 206.
Haldane VIII, 593 f. 696. 712.
Hales IV, 220. 357. 404. V, 14. 86 f. 137. 145. 150. 155. 165. 172. 175. 220 f. 294. 345. 393. 561. 652. VII, 623. 626. 635. 696.
Hallé VIII, 658. 802. 838.
v. Haller IV, 633. 641 f. 650. 662. 666. 732. V, 85. 148. 155. VII, 615.
Halley I, 255. II, 270. 419. 424. 433. 439. 469. 478. 496. 535 f. 548. 556. 566. 571. 586 f. 593. 597 f. 599. III, 52. 58. 77. 133. 203. 219. 224. 237. 239. 283. 348. 463. 467. 512 f. IV, 221. 238. 284. 296. 315. 317. 328. 427. 812. V, 937. 981. VI, 543. 658. 830. 835. VII, 200. VIII, 66.
Hamberger (A. A.) VI, 222. 237 f.
— (G. E.) IV, 31 f. 68. 90. 193. V, 50. 65 f. 81. 269. 483. 907.
du Hamel I, 263. 270. II, 39. 186. 208. III, 429. IV, 783. 785. V, 101. 152. 196. 209. 261. 864. 916 f. 925 f.
Hamilton V, 849. VI, 410 f. 767. 772. VIII, 74.
Hankniß III, 187.
Hanow IV, 64.
Hanſch I, 116.
Harding (C. L.) VI, 693. 704. 716.
— (Thom.) VIII, 889.
Harriot I, 119. 126. 170. 210 f. II, 80.
Harris III, 245.
Harsdörfer I, 461.
Hart V, 839.
Hartenſius II, 41.
Hartley IV, 523 f. 648. 676. 738 f.
Hartmann (G.) I, 253.
— (J. F.) V, 258. 745. 797. 840.
Hartſoeker I, 199. II, 440. III, 155. 169. 182. 284. 295. 435. 474. 502. 557. VIII, 66.
Haſſenfratz VII, 427 f. 952. 991. VIII, 94.
Haubold V, 9. 555 f.
v. Hauch VII, 928. 949. VIII, 104. 120 f. 216. 228. 840.
Hauff VIII, 826.
v. Haugh VIII, 623.
Hauſen IV, 170. 285 f. V, 476. 779.
Hautefeuille III, 330. 508.
Hauton II, 12.
Haüy VI, 279. 321 f. 373 f. VII, 242. 245 f. VIII, 855. 873 f. 901.
Hawksbée II, 282. 290. 311. 376. 419. 441. 444. 449. 451. 457. 469. 498. III, 77. 80. 236. 278. 435. 439. 444. 446 f. 451 f. 475. IV, 197. 203. 209. 213. 235. V, 147. 432.
des Hayes II, 566.

Heberden V, 811.
Hecker II, 101.
Hedebrand VIII, 718.
Heidmann VIII, 285. 810 f.
Heinrich IV. IV, 721.
Heinrich II, 535.
Heinſius IV, 321 f.
Helfenzrieder VII, 199.
Hell I, 491. IV, 279 f. 298. 306 V, 871. 873. VI, 713. VII, 294
Hellant V, 948.
Heller VII, 411 f. VIII, 586 f.
Hellot IV, 551. V, 152.
v. Helmont I, 15. II, 114. 180. 182. 188. 195. 199. 234. III, 387. V, 155. 157. 164. 216. 259.
v. Helwig VIII, 703. 724 f. 781.
Helwig VIII, 838.
Hemmer VI, 476.
Hemskerk IV, 478.
Henkel II, 311. III, 270. V, 263.
Henley VIII, 354. 475. 486.
Hennert V, 16. VI, 712. 860. VII, 36. VIII, 435.
Henry VII, 597 f. 768. VIII, 679. 786.
Henſchaw II, 233.
v. Herbert V, 42 f. VIII, 55. 94. 435.
Herbſt VII, 810.
Hermann II, 328. 337. 345. 353. 360. 381. 411. 564. III, 53. 210. IV, 123. 130. 162. V, 33.
Hermbſtädt VI, 233. 581. VIII, 22. 33. 116.
Heron I, 85.
Herrmann VI, 557. VIII, 185.
Herſchel VI, 652. 678. 691 f. 694 f. 699 f. 704 f. 708 f. 718. 723. 736 f. 741. 744 VII, 134 f. 139. 182 f. 202. 310 f.
— (Miß) VI, 720.
Heuſinger III, 436.
Hevel I, 483. 484. 487 f. 495. 500. II, 101. 138. 531. 533. 546. 549. III, 152. IV, 684 VI, 710.
Hey IV, 646.
Heydenreich VII, 83.
Heyn IV, 325.
Hiero I, 88.
Higgins VII, 844. VIII, 482.
Hildebrandt VII. 931. VIII, 34.
Hindenburg VI, 503. 580. VII, 294. 559.
Hiortberg V, 840.
Hiorter V, 871. 942 f.
Hipparch V, 670.
de la Hire I, 181. 387. II, 100. 298. 385. 389. 420. 435. 462. 490 f. 518. 523. 535. 537 f. 541. 567. 582. 584 f. 586. 592. 595. 597 f. III, 61. 76. 133. 146 f. 154. 156. 177. 206 f. 231. 237. 279. 358 f. 371. 469 f. 490. 492. 506. 508. 511. 550. IV, 137. 184. 245. 645. 689. VIII, 887.
— (jun.) II, 563. III, 231.
Hoadley V, 773.
Hobbes I, 293. II, 149. 304 III, 210. IV, 722.
Hochheimer VIII, 162 f.
Höſchel VI, 905.
Höſe IV, 765.
Hoffmann V, 106. 108. 126. 164. VII, 558.
Hoffmanns IV, 765.

Hollmann IV, 409. V, 271. 367.
Homberg II, 303 f. 413. 419. 426. III, 182. 185. 212. 258. 275 f. 296. V, 196. 251.
Home VII, 142.
Hond I, 138.
Hooke I, 272. 293. 311. 432. 442. II, 31. 48 f. 73. 82. 84. 91. 93. 98 f. 108 f. 150. 166. 224. 251. 269. 419. 424. 472. 523. 550. 554. 606. III, 59. 62. 75. 104. 134. 152. 162. 178 f. 260. 273. 488. IV, 684. VI, 219. 398. 682.
de l'Hopital II, 345. 353. IV, 830.
Hopkinſon V, 577.
Horke I, 199.
Horky I, 104.
Hornsby IV, 281.
Horrebow II, 101. 554. IV, 325. 396.
Horrockes I, 492.
Horroke IV, 682.
Horsly VI, 843. 846. VII, 285 f.
de la Houſſaye III, 525.
Howard VIII, 59 f. 83.
Hube IV, 378. VI, 280. 285. 379 f. 466 f. 543 f. 549 f. 663. 781 f. 831 f. 839. VII, 41. 85 f. 169. 239. 248 f. 251. 473 f. 488. VIII, 192. 220 f. 243 f. 586. 856 f.
Hulme VII. 232 f.
Hulſius I, 253.
v. Humboldt VI, 414 f. VII, 19. 230. 338. 954 f. 967 f. 1028. 1036 f. 1062. VIII, 74. 145. 227. 642. 649 f. 659. 663. 765. 767. VIII, 870.
Hunter V, 83. 864. VII, 730. VIII, 621.
Huth VI, 273. 647.
Hurter VI, 405 f. 480.
Hutton VI, 756. 893. VII, 324. 409. VIII, 165. 202.
Huygens I, 71. 184. 200. 282. 328. 333 f. 361. 368 f. 381. 418 f. 433. 472. 495. 499. II, 4. 38. 41. 47. 91. 100. 123 f. 134 f. 140 f. 166. 180. 194. 217. 259. 289. 317. 331. 352. 360 f. 367. 379. 517. 522. 531. 534. 537. 544 f. 557 f. III, 156. 161. 170. 198. 202. 205. 213. 226. 260. 305. IV, 343. 450. 801. 806. 812. 816. 835. VI, 707. VII, 38. 241. 251.

J.

Jacquet VIII, 284.
Jacquier III, 482. IV, 259. 344.
v. Jacquin V, 191 f. 197. 201. VIII, 41. 103.
Jadelot VIII, 656 f.
Jäger VII, 930 f.
Jagemann I, 127.
Jallabert IV, 359. V, 279. 499. 538. 549. 553. 577. 838. 841. 881.
Janin VII, 177.
Janſen I, 182. 184. 186. 199. 201.
Jefferies VI, 541.
Jeſſop VIII, 532.
d'Jnarre V, 636.
Jngenhouß V, 634. 917. VI, 508. VII, 4. 332. 338. 807 f. 862.

862. 872. 891. 898. 900. 950. 1008 f. 1014. 1018. VIII, 47. 287. 314. 353. 449. 480 891.
Ingram V, 44.
Joblot IV, 719.
Johann Philipp von Würzburg I, 413.
Jones VI, 573.
Jordan II, 412.
Irving IV, 370.
Irwine VII, 382.
de l'Isle (J. N.) I, 253. II, 538. III, 106. 119. 526 f. IV, 285. 320. V, 11 f. 57. 934.
— (N.) III, 79. VI, 321.
— de St. Martin VII, 1075.
Isnard IV, 360.
Juan V, 43.
Junes IV, 296.
Jung I, 360.
Junker V, 493.
Jurin II, 309. 311. IV, 97. 106. 644. 661. 663 f. 667 f. 672. 679 f. 684 f. 689 f. 702. 714. 732. 757. VII, 200.
Juſſieu IV, 335.
v. Juſti VI, 881.

K.

Käſtner II, 385. III, 177. IV, 87. 90. 138 f. 145 f. 157 f. 165 f. 168. 170. 186. 285. 304. 391. 394. 399. 400. 407. 427. 462. 478. 597. 751. 830. 834. VI, 223. 364. 375. 555 f. 626. 659. 701. VII, 151. 154. 294.
Kaltenhofer IV, 300.
Kant II, 266. IV, 12. 102. 307. 329. VI, 4. 15 f. 20. 26 f. 217. 224. 280. 284. 374. 519. 697. 891. VII, 584.
Karl II. I, 263.
Karſten (C. J. B.) VIII, 33.
— (W. J. G.) IV, 90. 109 f. 137. 154. 169 f. 216. 221. 236. 246. VI, 2. 3. VII, 2. VIII, 138. 865.
Kaſteleyn VIII, 36.
Keill II, 296. 341. 509. 564. 604. IV, 30.
Kemp de Kerkwyk V, 246.
Kepler I, 23. 50. 107 f. 115. 117. 123 f. 128. 130 f. 135. 146. 151. 170 f. 180. 188. 195. 211. 215. 233. 270. 279. 492. 499. II, 29. 33. 39. 53 f. 60 f. 332. 352. 524. 557. 597. IV, 478.
v. Kienmayer VIII, 449. 464. 482 f.
Kies IV, 603.
Kinnersley. V, 598 f. 626 f. 656 f. 751. 824. 846. 849.
Kirch II, 525. 546. 548. III, 175. 282.
Kircher I, 99. 328. 332. 352. 400. 467. 474 f. 477 f. 482. II, 8. 10. 13. 16. 19. 24 f. 40. 59 f. 75. 77. 86. 88. 102. 113. 120. 153. 158. 189. 196. 229. 246 f. 253. 255. 497. 501. 571. 580. III, 468. 487. IV, 761. 766. V, 984. VI, 573. VII, 154.
Kirchhoff VIII, 597.
Kirchner VI, 647.
Kirnberger IV, 254.
Kirwan VI, 295. 460 f. 868 f. VII, 383. 399. 810. 813. VIII, 7. 24. 900 f.

Klaproth VIII, 33. 83. 111.
Klein VIII, 621.
v. Kleiſt V, 490.
Klindworth VI, 220. 428. 626. VIII, 285.
Klingenſtierna IV, 339. 492 f. 511. V, 538.
Klinger VIII, 722.
Klingert VII, 1032 f.
Klügel II, 94. IV, 455. 462. 485. 516. 614. 731. VI, 698. 713. 719. 757. VII, 114. 196.
Knight V, 596 f. 909. 913. 916 f. 924.
Kochelius II, 145.
König IV, 93 f.
Kohl VIII, 870. 918.
Kohlreif VIII, 447 f. 480.
Kortum VIII, 844 f. 852.
Kotelnikow IV, 812.
v. Krävenitz IV, 131.
Kraft III, 186. IV, 5. 245. 699. V, 5. 57. 59. 253. 261. 299. 344.
Kramp VI, 524. 542. 625. 854 f. VII, 294. 1030.
Kratzenſtein IV, 86. 199. V, 64. 621. 837. VIII, 894.
Krayenhoff VIII, 350 f.
Kries VII, 151.
Krüger IV, 441. 522. V, 484. 494.
Kühn VIII, 469.
Kulme VII, 209.
Kunkel III, 186 f.
Kurdwanowsky IV, 835.

L.

Lagenbucher VIII, 356.
Laghi V, 220 f. 145 f.
de Lamanon VI, 452. 477 f.
Lamark VI, 11.
Lambert IV, 131. 231. 255. 268 f. 285. 298. 316. 320. 322 f. 330. 409. 479. 484. 527. 553. 555 f. 586 f. 622. 651. 743 f. 767. V, 36. 308 f. 337. 339. 344. VI, 521. 647. 658. 692. 853. 882. 904. VII, 96. 140. 407 f. 481. 559.
de Lambre VI, 696. 712 f. 720. 750.
Lampadius VI, 463 f. VII, 939. VIII, 247 f. 327. 576. 914 f.
Lampe VII, 939.
Lana II, 471.
Lanciſi III, 263.
de la Lande I, 306. IV, 26. 75. 120. 123. 176. 277. 279 f. 282 f. 287. 291 f. 298. 313. 316 f. 339. 341. 343. 348. 379. 407. 475 f. 744. V, 256. VI, 220. 652. 679. 686. 692. 694 f. 698. 712 f. 719. 730. 736 f.
— (François) VI, 652.
Landriani VI, 396. 558. VII, 735. 1006 f. VIII, 565. 590. 870.
Lane V, 163. 642. 796.
Langsdorf III, 251. VI, 391.
Langwith III, 53 f. IV, 806. V, 367.
de Lanis II, 500. III, 286 f.
Lansberg I, 480.
Laprey I, 183.
de Larbre VIII, 873.
van Laurenburg VI, 772.
Lavoiſier V, 265. VII, 4. 6. 207. 268. 376. 383 f. 459. 545. 616. 621. 647. 650 f. 716. 776 f. 812. 836. 850. 855. 889. 921. 924 f. 967. 987.

987. 1022. VIII, 3. 7. 10 f. 11. 32 f. 39. 49. 85. 94. 101 f. 103. 107 f. 209. 261 f. 911. 913.
Leche V, 341 f. 347.
Ledermüller IV, 753.
Leeuwenhoek II, 306. III, 170. 178. IV, 631.
Lehmann IV, 347. V, 802.
Lehot VIII, 785.
v. Leibnitz II, 264. 266. 286. 313. 319 f. 337. 388. 391. 435. 510. 572. 605. III, 128. 136. 186. 214. 239. 246. IV, 3. 8. 93. 95. 105.
Lemery (L.) III, 184. 264. 276. 278. 487. IV, 776. 781. V, 800.
— (N.) II, 569 f. IV, 350. VI, 769.
Lempe VI, 523.
Lentin VIII, 37.
Leonhardi VII, 8.
Leopold von Toſkana I, 263.
Leslie VI, 130. 140. VII, 320 f. 606. 609. VIII, 165 f.
Leupold I, 87. 385. 433. II, 224. 388. 391. 414. 448. 450. 483. 485. III, 245. 255. 445. IV, 243. VI, 904.
Leutmann III, 354. V, 16. VI, 910.
Lexell IV, 280 f. VI, 712.
Libav VII, 765.
Liceti II, 113.
Lichtenberg (G. C.) IV, 300. 554. V, 336. 938 f. VI, 2. 479 f. 510. 575. 678. 682. 711 f. 720. 723. 781. 868. VII, 2. 36. 148. 152. 203. 397. 410. 928. 1020. VIII, 6. 21. 27. 47. 117. 142. 210. 213. 225. 229. 280. 321 f. 353. 392. 469. 865. 876.
Lichtenberg (L. C.) VI, 405. VII, 13. VIII, 360. 379. 482. 855.
Lichtſcheid III, 342.
Lieberkühn III, 171 f. 175. IV, 751. 753. V, 490.
Liebknecht III, 435.
Liefmann II, 539.
v. Liegteny VIII, 781.
Liesganig IV, 338. 345.
de Limbourg IV, 78. VI, 293.
Lind IV, 370. VIII, 645.
Link VII, 9. 579 f. 931.
Linné IV, 372. V, 801.
Linus I, 421. 449.
Lipperſein I, 182. 184.
Lipſtorp I, 482.
Liſter II, 433. 569. III, 260.
Little VI, 497.
Litzendorf V, 476.
Locke IV, 713.
v. Löſer V, 45.
Lohmeier II, 473.
Longomontan I, 479.
de Louville II, 535 f. III, 178. IV, 312.
Lovet V, 840.
Lowitz (G. M.) V, 43. 328.
— (Tob.) V, 328 f. VII, 416. 424 f.
Lowther V, 98.
Lowthorp III, 76.
de Loys I, 100. 228.
Lubbock VI, 295.
Lubienitzky I, 428. 500.
Ludolf IV, 174. V, 481 f.
Ludwig IV, 171.
Ludwig XIV. I, 263. II, 102.
de Lüc IV, 20. 176 f. 184 f. 200. 231. 384. 390. 413 f. 446.

446. V. 7. 10. 13. 16 f. 26 f. VI, 9. 224. 285 f. 364. 393. 463. 548. 580. 724. 759. 831. 840. 846. 855. 867. 884 f. VII, 7. 8. 35. 278. 282. 285 f. 290. 301. 352 f. 363. 399. 441. 445 f. 458 f. 466 f. 486. 542 f. 551. 559 f. 609. VIII, 5. 8. 27 f. 107. 118 f. 140. 144 f. 148 f. 155. 157 f. 186 f. 195. 199. 202 f. 228. 240 f. 324 f. 367 f. 400 f. 498. 566 f. 571. 573. f. 701. 865.
Lüdicke VII, 88 f. VIII, 161. 164. 173. 886.
Lullin V, 613. 651. 745. 755.
Lulofs IV, 345. V, 278.
Luz VI, 394 f. 403. 419. 444 f. 447 f. 452. 455. VII, 281 f. 289. 296. 1014. 1019.

M.

Macbride V, 155 f. 165. 201. 212. 216. 218. 399.
Macdonald VIII, 890.
M' Fait IV, 811.
Maclaurin II, 564. IV, 109. 341. 343. 377. 745. VI, 781. 796. 805.
Macquer V, 165. 240. 243. 252. 400. VI, 294. 298. 309. 319. VII, 268. 271. 523. 809. 813. 855. VIII, 11. 41. 46. 98.
Macquire VI, 445.
Magellan VI, 396. 398. VII, 398. 734. 1002. 1010 f.
Magellans I, 134.
Maggiotto I, 393. VIII, 448.
Maginus II, 102.
Magny V, 962. 964.
Maignan II, 46. 223.
de Maillet IV, 443.
Maimbray V, 548.
v. Mairan II, 439 f. 526. 601. III, 297 f. 311. 315. 317 f. 324 f. 436. IV, 27. 107. 120. 171. 258. 288. 290 f. 300. 304. 306. 323. 332. 343 f. 426 f. 437 f. 458. 464. 523. 557. 608. 615. 830. 834. V, 51 f. 279 f. 869 f. 872 f. 875 f. VI, 728. 871.
Maire IV, 328.
le Maire V, 916 f.
le Maiſtres VII, 296.
Malebranche II, 38. 263. 297.
Mallet IV, 339 f. 345. 347. IV, 499. 816.
Malpighi I, 216.
Malvaſia II, 100. IV, 760.
Manfredi II, 554. IV, 325.
Mann V, 559.
Manu VIII, 161.
Maraldi II, 426. 461. 516. 523. 542. 544. 554. 563. 594. 596. III, 104. 117 f. 463. IV, 218. 261. 279. 381. 398. 421. V, 935.
Marat VIII, 3 f. 437.
Marcel V, 909. 913.
Marcorelle V, 113.
Marechaux VIII, 815.
Maret VIII, 182.
Marggraf IV, 774. 778 f. V, 264. VIII, 86.
Marhert IV, 81.
Maria III, 213.
Marin I, 457.
Marinoni II, 404.
Mariotte II, 313. 316. 379. 392. 395 f. 406 f. 412. 415 f. 428 f. 459. 467. 474 f. 482.

482. 485. 581. 585. 590 f. III, 136. 140 f. 145. 196. 229. 289 f. 305. 315. 352. 369. IV, 82. 154. 167. 218. 381. 421. 634. 641. V, 173. VI, 545. 831. 835. 851. VII, 143.
Marius I, 116. 125. 184 f.
Marrettus I, 288.
Marſigli II, 591. III, 183 f. IV, 365. 370. 788.
Martens IV, 95.
Martin IV, 755. 761. 766. 791. 797. 802 f. VII, 197. 241.
Martine V, 6 f. 13 f. 14. 33. 50. 82.
van Marum VI, 492. 509. VII, 491. 966. VIII, 104. 449. 454 f. 465. 469. 477 f. 480. 486. 502 f. 512 f. 515 f. 521 f. 536 f. 558 f. 590. 592. VIII, 808. 843. 851.
Maſchenbauer V, 326.
Maſkelyne VI, 708. 756. 846. VII, 285 f.
Maſon IV, 338.
Maſtrius II, 22.
Mattheſius III, 244.
Maud V, 100.
Maunoir VIII, 656.
v. Maupertuis IV, 17. 20. 30. 92. 94. 123 f. 127. 133 f. 271. 307. 331. 334 f. 339 f. 345. 463. V, 8. VII, 36.
Maurice VI, 737.
Maurolycus I, 135. 160. 174. 206.
de May III, 524.
Mayer (C.) VI, 735.
— (J.) VIII, 870.
— (J. T.) VI, 115 f. 857. VII, 335 f. 408. 529 f. 583. VIII, 64. 226. 228.
Mayer (T.) IV, 26. 285. 296. 298 f. 302. 328. 407. 435 f. 475. 479. 552 f. 688. 760. V, 905. 938 f. 983. VI, 626. 710. 855. 808. VII, 35.
Maymbrai V, 841.
Mayow III, 259.
Mazéas IV, 528 f. 819. V, 591. 822 f. VII, 75.
Mead V, 224.
Mechain VI, 712. 750.
Meckel VII, 142.
Melanderhjelm VI, 841 f.
Meldercreuz IV, 264 f.
Melville IV, 457. 521. 543 f. 622 f. 627 f. 717. 820. 826 f. 839.
Mendelsſohn VI, 563.
v. Mengaud V, 103.
Menon V, 549. 841.
Menzel III, 54. 281. IV, 778.
Menzies VII, 615.
Mercati IV, 349.
Mercator I, 138. II, 532.
Mercier IV, 20.
Merklin IV, 756.
Merſenne I, 271. 328 f. 331. 336. 351. 354. 396 f. 405. 421 f. 455. 457. 467 f. 472. 474. 478. II, 94. 224. 319. 395. 486. 501.
Mery III, 146. IV, 651.
Meſſier IV, 320. VI, 708.
Meßmer VIII, 891.
de la Metherie VI, 546 f. 770 f. 777 f. 829. 835 f. 840. 871 f. 893. VII, 11. VIII, 111. 197. 508. 865. 910.
Metius I, 182 f. II, 151.
Metterling VII, 153.

Meuſt

Meusnier VII, 21. 254. 921. VIII, 101 f. 111.
Meyer (C.) II, 500.
— (F.) V, 187 f. 195. 201. 203.
— (J. F.) V, 242.
Mezger VI, 735.
Michaelis VII, 142. VIII, 652.
Michaud VIII, 256 f.
Michelt V, 279.
Michell IV, 453. 460. 482 f. 637 f. 692 f. 745 f. 841. VII, 713.
Michelotti II, 439.
Middleton IV, 810. V, 299.
Miles V, 485. 529 f. 582. 882.
Miller V, 260.
Millner VII, 966.
de Milly VIII, 502.
Milton VI, 279.
Mirore VI, 768.
Mitchell V, 909. 913. 916. VI, 8.
Mönnich VII, 176. 178.
de Molters IV, 28.
Molineux III, 211. 338. IV, 713. 723. VII, 200.
de Monconnys I, 288. 399.
van der Monde VI, 524.
Monge VI, 478. 524. VII, 90. 243. 252 f. 458. VIII, 21. 101. 784. 802.
Monnet VI, 294.
le Monnier IV, 172. 177. 315. 328. 335. V, 27. 153. 498. 510 f. 513 f. 527. 539. 592 f. 620. 822. VI, 712. 851. VIII, 888.
Monro VIII, 621.
van Mons VII, 425. 439. 931. VIII, 36.
Montaigne IV, 305.
Montanart I, 291. 293. II, 304.
Montgolfier VI, 536 f.
Monti IV, 789.
Montigny V, 152. VIII, 809.
le Montre III, 502. 557 f.
Montucla I, 198. 200 f. 359. II, 44. 46. III, 165. 203. IV, 697.
Moray I, 288.
Moretus II, 18.
Morgan VII, 528. VIII, 505.
Morhof I, 12. 99. II, 473. 499.
Morin I, 479 f.
Moritz von Naſſau I, 182. 185.
Morland I, 101. 433. 477. II, 502.
Moro IV, 442.
de Morogues V, 104.
Morris IV, 298.
Mortimer V, 44. 81. 468. 559.
Moſcati VII, 874. VIII, 614.
Motte IV, 654.
de la Motte IV, 691. VII, 176.
Mountaine V, 597. 936.
Mudge VII, 180. 201.
Müller ( ) VI, 423. 521.
— (G. C.) VI, 626.
Münſter I, 138.
Muller III, 533.
Mundt VII, 521.
Muthard IV, 59.
Muſſchenbroek (J.) II, 452.
— (P.) I, 216. 263. 433. 456. II, 251. 447. 452. III, 173. 434. 481. 492 f. 498. 507. 528. 549. IV, 5. 44 f. 60. 65 f. 69. 77. 82 f. 100. 103. 125 f. 147. 149 f. 182. 218. 235 f. 240. 245.

245. 257. 482. 536 f. 547. 582 f. 634. 666 f. 744. 781. 810. 813. 815 f. 842. V, 5 f. 25. 38. 43. 51. 61. 173. 243. 246. 253. 257. 268 f. 278 f. 300. 337. 343 f. 348. 352. 357. 366 f. 389 f. 492. 631. 754. 800. 852. 871. 903 f. 923. 953. 986. VI, 275 f. 363. 905. VII, 75. 80. 81. 277. VIII, 917.
v. Muſſin-Puſchkin VII, 424 f.

N.

Nairſone II, 75.
Nairne IV, 216. V, 631. VI, 479. 508. VII, 180. 459. VIII, 441 f. 497. 591.
Napoleon VIII, 794.
Nathan VII, 169.
Needham IV, 401. V, 533. VI, 759.
v. Neffzern III, 348.
Neille II, 93.
Nettis V, 367.
Nettleton IV, 481.
Neumann III, 183. V, 393.
Newcomen III, 248.
Newton I, 111. 271. 305. 344. II, 1. 64. 74. 85. 103. 259. 261 f. 266 f. 273 f. 287 f. 316 f. 331 f. 352. 367. 373 f. 383. 404. 411. 492 f. 504 f. 528 f. 532. 547. 550 f. 557 f. 564. 566. 573 f. 601. III, 1 f. 4 f. 23 f. 56 f. 61 f. 82 f. 98 f. 104 f. 125 f. 129 f. 133. 147. 155 f. 165. 193 f. 196 f. 211. 214 f. 217. 226 f. 240. 264. 279. 285. 439 f. 482. IV, 1 f. 84. 114. 126. 132. 143. 162. 258. 270. 273. 293. 310. 322. 334. 341. 376. 447. 486. 489 f. 835. V, 37. 243. VI, 219. 298. 374. 698. 782. 789. 796. 805. VII, 75. 81. 250. 696.
Nicholſon V, 881. VII, 191 f. 197. 356. VIII, 144. 364 f. 407 f. 443 f. 469 f. 477. 555 f. 673. 677. 685.
Nieuwentyt V, 237.
Nieuwland VI, 772. VIII, 36.
Noel III, 528. 538. 540. V, 952. 978.
Nöth VII, 1000.
Nollet II, 381. IV, 5. 7. 86. 116. 143. 201. 211. 218. 232. 236. 551. 626. 792. V, 1. 7 f. 32. 42. 165. 173. 238 f. 243. 267. 270. 295. 350. 454. 458. 478. 510 f. 525. 531 f. 541 f. 543 f. 557. 574. 577. 619. 638. 640. 703. 739. 839. 841. 864. 885 f. VI, 510. VII, 262. 401. 463.
Nollius I, 17.
Nooth VIII, 439. 455.
Nordenſchiöld IV, 374.
Norman I, 253. 255.
Norwood II, 1. 28.
Nouet VI, 679.
v. Nova Caraffa V, 804.
Nunnetz IV, 830.

O.

Oerſtaedt VIII, 730. 824.
Oertel VI, 554.
Olbers II, 549. VI, 652. 716. 718. 723. VIII, 59. 64.
Oldenburg II, 48. 98. 247.
Opoix VII, 252.
Oriani VI, 715.

d'Orleans I, 198.
Ortelius I, 138.
Oswald VI, 573.
Outhier IV, 305.
Ovtedo I, 253.
Ozanam II, 483.

P.

Paets van Trooſtwyk VI, 772. VIII, 36. 151. 350 f. 503. 541.
Paisley III, 503.
Palitzſch IV, 321.
Pallas VI, 758. 887.
Papin II, 180. 321. 324. 412. 443. 445. III, 226. 241 f. 246 f. 260. 281. V, 145.
Pappus I, 78.
Paracelſus I, 15. 78. 154. 234. II, 182.
Paragallo IV, 246.
Pardies III, 136.
Parens IV, 246.
Parent II, 390. 461.
Paris II, 146.
Parker VII, 1000.
Parmenides I, 5.
Parrot VI, 499. 557. VII, 484 f. 1039 f. 1060. 1063. 1067 f. 1075. VIII, 174 f. 235 f. 702. 821 f.
Partington VIII, 516.
Paſchius I, 215. 461.
Paskal I, 335. 388. 404 f. 421. 425. 435 f. 438. 448. II, 33. 259. IV, 192.
Paſumat VI, 759.
Paterſon VIII, 860.
Patrin VIII, 61.
Patritius I, 12.
Paul VIII, 879.
Paul von Venedig I, 167.
Pearſon VII, 923. VIII, 542 f.
Peart VI, 10. VII, 613. VIII, 868.
Pecquet II, 33. III, 144.
Peireſc IV, 309.
Peliſſon VII, 195.
Pelletan VIII, 658. 802.
Pelletier VII, 206. 975.
Pemberton II, 267. IV, 667. 807.
Percival VII, 734. 763 f.
Perica VI, 400.
Perolle VI, 628. 632 f. 636.
Perrault II, 490. 582. 585. 588 III, 145. 295. 298.
Perrier I, 406. 431. 436. — VII, 519.
du Perron de Caſtera IV, 349.
Peſchier VIII, 33.
Peter d. Gr. II, 580. III, 253.
Petit II, 307. III, 328. IV, 629. 631 f.
Petter II, 499.
Pfaff VIII, 37. 623. 708 f. 712. 716 f. 739. 779. 786. 794. 808.
Pfleiderer I, 427. 459. II, 41.
Philipps III, 513.
Phipps VIII, 150.
Piazzi VI, 652. 714. VII, 36.
Picard I, 472. II, 2 f. 100. 269. 561. 567. III, 142. 237. 429. IV, 172. 336. 340. 345.
Pickel VIII, 283. 479.
Pickering V, 340.
Pictet VI, 851. VII, 266. 272. 277. 307. 310. 324. 334. 464. 559. 602. VIII, 5. 850.
Pilati VII, 154.
Pilatre de Rozier VI, 540 f. VIII, 39.
Pincker III, 339.
Pingré IV, 281.

Pivati V, 553 f. 841.
la Place IV, 316. 378. 446. VI, 220. 226 f. 321. 372 f. 375. 652 f. 659. 664 f. 667 f. 677. 684. 692. 694 f. 702. 704 f. 719 f. 730. 733. 742 f. 745 f. 751 f. 781. 807 f. 865 f. VII, 376. 383 f. 459. 545. 921. 925. VIII, 7. 21. 59. 62 f. 101. 108. 209. 794. 802.
Planer VI, 475.
Planmann IV, 279 f.
Planta V, 635.
de Plantade II, 535. IV, 177. 381.
Plinius I, 140. III, 190. IV, 347. V, 799.
Plüche IV, 440.
Plutarch I, 173.
Poiſſonnier IV, 370.
Poleni I, 216. II, 401 f. 405. IV, 332. VI, 460.
Poli III, 428.
Polignac V, 870.
Polynier III, 450.
Poncelet V, 561.
Pontchartrain II, 425.
Pope VI, 573.
Porta I, 86. 100. 163 f. 174. 179 f. 206. 210. 235. 244. 257. 460. 477. II, 85. 223.
Porterfield IV, 630. 641. 653 f. 670. 683. 699 f. 710 f.
Potier III, 249.
Pott V, 196. 243 f. 264.
Potter III, 249.
— aus Königsberg III, 254.
Pound II, 516. 544. III, 166. 538. V, 952.
Pownall VI, 828.
Prevoſt VI, 553. 736 f. VII, 103 f. 308. VIII, 5. 895 f.
Price VIII, 532.
Prieſtley II, 41. 153. IV, 453. 460 f. 585. 646. 692. 745. 841. V, 108. 114. 204. 630 f. 639. 660 f. 688. 716. 754. 777. 811 f. 815. VI, 1. 8. 364. 525. 627. 636. VII, 4. 491. 605. 621 f. 677 f. 791. 799. 812 f. 950. 967. 976 f. 982. 986. 999. 1004 f. VIII, 32. 46. 103. 105. 111. 114. 125 f. 350. 435. 505. 522 f. 530 f. 533 f. 814.
Pringle V, 394 f.
Prins VI, 394.
Prony VI, 391. VII, 501. 519.
Proſperin VI, 720.
Pryce V, 76.
Ptolemäus I, 19. 62. 101. 112. 115. 122. 137.

Q.

Quesnes II, 501.

R.

Ramazzini I, 433. II, 436 f.
Rameau IV, 247. VI, 558.
Ramsden V, 635. VI, 405. 843. VII, 129. 180. 301. 305. VIII, 447.
Raſt II, 439.
Ray II, 605.
Raymond VII, 974.
v. Razoumowsky VII, 203.
Read V, 632. VIII, 411 f. 563. 568.
v. Reaumür II, 438. III, 190. 490. 501. 503 f. IV, 790. V, 5. 8. 9. 10. 17. 32. 51. 59. 246 f. 987. VII, 230. VIII, 913.

Reboul VII, 1023.
Recupero VI, 769.
v. Redern IV, 834.
Redi I, 291.
Regis III, 344. 502.
Regnault IV, 237.
Reid IV, 672. 738.
Reil VII, 142.
Reimann V, 834.
Reimarus V, 834. VII, 240. VIII, 51. 578. 580 f. 597 f. 606 f. 858 f.
Reinhold VIII, 658. 816.
Reiſel II, 412.
Reiſer VI, 488 f. VIII, 463. 479.
Reives II, 97.
Remer VIII, 782. 863.
Renaldini III, 216. V, 19.
Renard VII, 291.
Reſta II, 21.
Reuß VIII, 838.
Rey II, 186.
Reyher II, 572. IV, 751.
de Rheita I, 196. 479. 495. II, 15.
Rhode VI, 648 f.
Riccati IV, 112. VI, 624.
Ricci I, 403.
Riccioli I, 107. 135. 153. 253. 277 f. 328. 332. 423. 479 f. 483. 488. 491. 493 f. 495. 500 f. II, 19 f. 22. 32. 531. 586. III, 497.
Riche VIII, 155.
Richer II, 4. 565. IV, 328. 344 f. V, 37. 864.
Richmann IV, 766. V, 47 f. 55. 337. 339. 510. 620. 746. VII, 331. 338. VIII, 525. 913.
Richter (A. D.) III, 136. IV, 106.
Richter (K. R.) VII, 8. VIII, 24.
Rigby VII, 612.
Rinmann VII, 182. VIII, 913. 915.
Rittenhouſe VIII, 54. 894.
Ritter VI, 362. VII, 330. VIII, 659 f. 697 f. 701. 704. 719. 732 f. 752. 754 f. 786 f. 918.
Rizetti II, 46. III, 136.
Robert VI, 538. VIII, 284.
Robertſon VIII, 705.
Roberval I, 272. 305. 338. 368. 456. II, 468. IV, 235.
Robins IV, 129. 689. 696. V, 515. VIII, 48.
Robinſon VIII, 622.
Roche V, 561.
Rochon VII, 176. 241.
Rodig VI, 427.
Röding VII, 154.
Römer I, 472. II, 101. 154. 554. IV, 325. 328.
Rogerus I, 182.
Rohault II, 298. 303. 306. III, 147. 469. 488. 490.
Rhode VI, 866.
Romain IV, 126. VI, 541.
de Romas V, 615 f.
Roſenthal VI, 402. 447. 452 f. 852 f.
Roſt I, 491.
Rothmann I, 128. 172.
Roual V, 154.
Rouelle V, 175. 252. VII, 647 f.
Rouppe VII, 297. 427. 506 f.
Roy VI, 524. 845 f.
le Roy IV, 652. 793. V, 71 f. 124. 256. 264. 355. 359 f. 641. VII, 441 f. 462. 469. VIII, 164. 240. 447.

Roys VI, 447.
Rozier II, 186. VIII, 855.
Rüdiger IV, 78. VI, 726 f.
v. Rumford VII, 118 f. 254 f. 273. 333. 339 f. 356. 561 f. 570 f. 598. 601 f. 1067. VIII, 48 f.
Runeberg IV, 373. 375. V, 841 f.
Rupp VIII, 134.
Rutherford VII, 297.

S.

Sabathier VIII, 658. 802.
le Sage IV, 81. V, 19. VI, 18. 222. 287. 293. VII, 543. VIII, 895.
v. Saluces V, 118 f. VII, 626. VIII, 46.
Sanctorius I, 216.
Sand VII, 1049.
Sarpi I, 216.
de Sauſſüre V, 881. VI, 456 f. 521. 524. 548. 759 f. 840. 844. 848. 851. VII, 262 f. 277. 408. 411. 442. 460. 463. 479. 481. 483. 486. 549 f. 954. 1013. VIII, 148. 152 f. 156. 181 f. 186 f. 196. 199 f. 206. 240. 242. 562. 565. 568. 577. 848. 877 f.
de Sauvages V, 150. 838. VII, 252.
Sauveur II, 486 f. IV, 246.
Savery III, 244 f. IV, 758. V, 909. 913.
Say VI, 912.
Scaliger I, 139.
Schäffer IV, 553. VIII, 320.
Scheele VII, 4 f. 8. 26. 95. 307. 324. 605. 647. 725. 769 f. 806. 808. 811. 889. 925. 1020. VIII, 2. 7. 15. 38. 91.
Scheffer VIII, 90.
Scheibel I, 208. II, 41. VI, 2.
Scheiner I, 117. 121. 483 f. II, 40. 53 f. 87. 137. VII, 176. I 195
Schellhammer II, 436.
Schelling VI, 20 f. 115. 118 f. 217.
Scherer VI, 581. VII, 12 f. 96. 237. 573 f. 582 f. 605. 930. 938.
Scheuchzer (J.) II, 608.
— (J. J.) IV, 390. 421. VI, 759.
Schiaretto VI, 404.
Schiffermüller IV, 553.
Schilling V, 868.
Schlögl VI, 449 f.
v. Schmettau I, 457.
Schmidt (G. C.) V, 636.
— (G. G.) VI, 359 f. 439 f. 512 f. 527. 908. 911. VII, 197. 205 f. 441. 502. 508. 534 f. VIII, 139. 144.
Schmack VIII, 615 f.
Schober IV, 243. 394. VI, 383.
Schonmark V, 348.
Schott I, 398. 407. 413. 442. 444. 447. II, 86. VII, 154.
Schrader VI, 483 f. VII, 188. 190. 202. VIII, 869.
Schrebbeare IV, 651.
Schreber VIII, 160.
Schröder V, 559. VI, 404. VIII, 871.
Schrök II, 436.
Schröter VI, 652. 660 f. 680 f. 685 f. 692 f. 695. 704. 716 f. 721 f. 841. VII, 187 f. 199. 202. VIII, 66.

Schubert

Schubert VI, 719.
Schulze III, 195. IV, 784.
Schurer VIII, 22. 151.
v. Schwarzenberg III, 254.
Schwenter I, 87. 385. 398. II, 223.
Seba V, 864.
Sebaſtien II, 286.
Sedileau II, 586. III, 349. 352. 358. 371.
v. Segner IV, 5. 153. 164. 197. 456. 757. V, 35. VII, 199.
Seguin VII, 1022.
Seip V, 125.
du Sejour IV, 281. VI, 686.
Selle VII, 5.
Sellers II, 254. III, 497.
Semler III, 538.
Senff VIII, 184.
Sengwerd II, 447 f. 467. III, 56.
Sennebier VII, 17. 96. 266. 810. 951. 953. 1013.
Sennert II, 121.
Septala II, 102.
v. Servieres VIII, 94.
Servington IV, 758.
Seſtini VII, 154.
Seyffer VIII, 889.
Seyffert VIII, 738.
Sharpe V, 805.
Shaw IV, 800. V, 271. 399.
Short IV, 304. 745. 748. 841. V, 515. VI, 699.
Shuckburgh VI, 446. 523. 759. 843 f. 848 f.
v. Sickingen VI, 359. VII, 182.
le Sieur III, 482. IV, 259.
Sigaud de la Fond V, 478. 635. 643. VIII, 447 f. 463. 810.
Silberſchlag VI, 889. VII, 241. VIII, 54. 55.
Silvabella IV, 285.
Simon VIII, 723. 736 f. 781.
Simpſon IV, 325. 342. 427. 474. 477.
Sinclar II, 34. 224.
Sirturus I, 181. 184. 200.
Siſſon V, 940. 954.
Slare III, 187 f. V, 106.
Smeaton IV, 204 f. 213 f. 218. V, 41. 43. 327. 509. 771. VI, 508.
de Smeth V, 204 f.
Smith III, 156. 201. IV, 465. 597. 603. 621. 672. 676 f. 684. 695. 699. 701. 724 f. 748. 750. 757. 821. 835 f. VII, 200.
Snellius I, 128. 133. 135. II, 1. 41 f. 562.
Socquet VII, 357 f.
Sömmering VII, 141 f. VIII, 616.
Sokolow V, 620 f.
Späth VII, 1019.
Spallanzani V, 265. VI, 767 f. VII, 210 f. 230.
Spanberg V, 881.
Spengler V, 639.
Stack VII, 146.
Stahl II, 311. III, 186. 259. 267. 275. 372. 377 f. V, 98. 244. 252. 262. VIII, 1. 6. 13.
v. Stair III, 284.
Stanhope VIII, 579 f.
Steffens VIII, 729.
Stegmann VII, 1013.
Steiglehner VI, 475.
Steinhäuſer VIII, 913.
Stevenſon V, 81 f.
Stevin I, 75. 78. 145. 383. 388.

388. 391. II, 18. 384. 392. 394. IV, 157.
Stirling II, 564.
Stone IV, 136.
Strähle IV, 252.
Strömer V, 57. 538.
Strohmeyer VII, 283. 293. 296.
Stuckeley IV, 351 f.
Sturm I, 217. II, 224. 303. 389. 416. 443. 472. III, 331. 339. 474. 489. 506. IV, 66.
Succow VI, 295.
Sullivan VI, 895.
Sulzer IV, 219. 222 f. 228. 389. 391. VI, 521. 558. VIII, 91.
de Surigny V, 252.
Sutton V, 224.
Swedenborg III, 272. V, 939. VI, 499.
v. Swieten VIII, 895.
Swietlicki V, 490.
v. Swinden V, 278. VI, 460. VII, 294. VIII, 913.
Symmer V, 702 f. 708. 711 f. 898 f.
Szathmar V, 206. 209.

T.

Tachard III, 534. IV, 808.
Tacquet IV, 699. 706.
v. Taraſt VIII, 724 f.
Tarde I, 121.
Tartaglia I, 72.
Tasmann V, 978.
Tavernier II, 102.
Taylor II, 490. III, 210. 478. 479. IV, 130. 246. 256. 474.
Teichmeyer II, 448.
Teinturier III, 230.
Teleſius I, 5 f.
Tempelhof VI, 720.
Tempelmann VI, 757.
Tennant VII, 922.
Teuber III, 174. 332. 340. 508.
Thenard VII, 991 f. VIII, 782 f. 787.
Thevenot I, 253.
Thölden I, 87.
Thomas IV, 360.
de Thou IV, 721.
Thouret VIII, 272.
Thümmig IV, 603.
Titius V, 304 f. 323.
Toaldo IV, 199. VIII, 55. 260.
Tohavsky VIII, 781.
della Torre IV, 349.
di Torre IV, 755.
Torricelli I, 275. 328. 351. 354. 393 f. 402. 413. 417. 420. 425. 429. 437. II, 34. 395. 406. IV, 161.
dû Tour II, 59. IV, 535. 608 f. 674 f. V, 108 f. 489. 533. 987. 989. VI, 245 f. 257. VII, 75. 80.
Tourdes VIII, 815.
Tournefort V, 251.
de Tournieres IV, 508.
Touſſaint V, 804.
Touzart V, 103.
Townley I, 451. II, 99. III, 352. 355.
Townſhend VIII, 377.
Tralles VIII, 565.
v. Trebra VI, 761. VIII, 871.
Trembley V, 515. VI, 844. 847. 850 f. 867. VIII, 880.
Tremery VIII, 886.
Treviranus VIII, 718 f.
Triesnecker VI, 692.

Triewald

Triewald V, 220. 223. 259. 279. 872.
Trigaut II, 153.
Trommsdorff VI, 582. VIII, 33. 722. 733. 755 f. 786. 788. 821.
Trudaine VII, 269.
Trullard V, 909. 915 f. 921 f.
v. Tſchirnhauſen II, 61. III, 179 f. 205. VII, 268.
Turner IV, 304.
Tycho de Brahe I, 23 f. 103. 108. 111. 113. 115. 123. 127. 130. 131. 172 f. 176. 479. 482. VI, 710.

U.

Ubaldi I, 74.
Ulloa (A.) II, 540. IV, 335. 340. 344. V, 256. 344. VI, 677. 686.
— (G. J.) IV, 335.
Uſher VI, 698.

V.

du Val III, 537.
Valentini I, 262.
Vallemont III, 489. V, 987.
Valleſius II, 21.
Valli VIII, 613 f. 616.
de la Vals V, 693 f. 699.
Valvaſor II, 23.
Vanini IV, 144.
Varenius I, 133. 135. 153. 465. II, 10 f. 28.
Varignon II, 281. 286. 298. 315. 316. 345. 384. 411. 470. III, 312. IV, 81. 137. 143. 162. 706.
Varin II, 566.
Vaſalli VII, 26. 95 f. VIII, 55. 67. 841 f. 886.
Vauban III, 339.
Vaudonia V, 707.
Vauquelin VII, 302. 361. 420 f. 939 f. 968. VIII, 43. 83. 103. 658. 782 f. 802.
Venel V, 106 f.
Ventan VI, 574.
Ventura V, 225 f.
Venturi VI, 390.
Veratti V, 134. 553.
Veſpucci II, 120. vgl. Americo.
Vianelli IV, 792.
Vicenzio VI, 772.
Vidal VI, 692.
de Vilette VI, 540.
Villemot II, 281. III, 560.
Villette V, 850.
Villotte II, 102.
Vince VI, 390. VII, 169.
da Vinci IV, 552.
Vitellio I, 168. II, 87. 152.
Vitruv I, 149. 153. II, 581. VI, 831.
Viviani I, 216. 402.
Voigt (F. W.) VI, 418 f. 430 f.
— (J. G.) VI, 761. VII, 11. 45 f. VIII, 29. 697 f. 703. 731. 865.
de Volder II, 418. 447.
Volney VI, 466.
Volta VII, 240. 807 f. 847. 1036. VIII, 6 f. 51. 138. 280. 282 f. 286. 376 f. 379 f. 394 f. 435 f. 471 f. 537. 565. 568. 617 f. 625 f. 640 f. 669 f. 749. 789 f. 794 f. 827 f. 848. 860.
Voltaire IV, 94. 721.
Voſſius I, 292. 307. 501. II, 15. 19. 27. 30. 39. 41. 131. 159. 189.

W.

Wächter VIII, 871 f.
Wagner VI, 115. 216.
Waitz V, 480. 483. 490. 543.
Waiz IV, 366 f.
Wales IV, 815.
Walker (J.) II, 496.
— (R.) VII, 415. 417 f. 724.
Wall III, 441.
Wallerius V, 63. 67 f. 261. 295 f. 337 f. VI, 889. VIII, 1. 3.
Wallis I, 361 f. 373 f. 382. 419 f. 437. II, 17. 379. 432. III, 284. IV, 136. 192.
Walſh V, 861. 865 f. 869. VIII, 505.
Walther VII, 178.
Wargertin IV, 239. 241. 278. 305 f. 317. 320. 427 f. V, 16. 222. 346. 871.
Warltire VII, 768. 847. VIII, 99.
Waſelton VIII, 90.
Watſon V, 482 f. 485 f. 499 f. 515 f. 540 f. 559 f. 626. 630. 638. 750. 767 f. 777. 836. 882. 888.
Watt V, 75. 77 f. VII, 458. 517. 521. 612. VIII, 7. 21. 100. 150. 209.
Webb III, 54.
Weber VIII, 319.
Wedgwood VI, 362. VII, 204. 302. 397.
Weidler I, 184. III, 245. 247. 250. 252. 254. 435. IV, 310. 808 f. 812 f. 816.
Weigel II, 186. VI, 293. 294. VII, 647 f. VIII, 1 f.
Weitbrecht IV, 69. 649. V, 12.
Well VII, 648. VIII, 643 f.
Welſer I, 118.
Wendelin I, 483. 488. 501.
Wenzel VI, 295.
Werner VI, 761. 770.
Wesley V, 840.
Weſtrumb VIII, 33. 111.
Wheeler V, 437 f. 448 f. 459 f.
Whiſton II, 509. 545. 549. 607. III, 283 f. 479. 498 f. 503. 513. 538. 545. 548. V, 953.
White VII, 1013.
Whitehurſt VI, 892. VII, 601.
Whitering VII, 1002.
Whytt IV, 648. 684.
Wiedeburg VI, 777. 881. 883.
Wiegleb V, 400 f. VI, 293 f. VII, 648. VIII, 226. 228.
Wildt VIII, 463 f.
— (J. C. D.) VI, 698. 701.
Wilke IV, 216. V, 232 f. 281 f. 367 f. 392. 588. 637. 684 f. 726. 734 f. 743. 752. 755 f. 778 f. 802. 812. 815 f. 847. 851 f. 890. 896. 900. 951. 963 f. 991. VI, 362. 504. VII, 364 f. 383. 392 f. 401 f. 463. 524. 1002. 1019. VIII, 255. 280. 287 f. 913.
Wilkins (J.) I, 482.
— (W.) VIII, 98.
Williams VIII, 143.
Williamſon V, 864.
Wilſon III, 171. IV, 288. V, 506 f. 527 f. 530. 541. 581. 593. 630. 638. 671 f. 701. 773 f. 805 f. 813. 836. 843 f. 847. 850. 887. 917. VI, 435 f. VIII, 590.
Winkler IV, 171. 212. 219. 263. V, 301. 477. 481. 483. 493 f. 497 f. 553. 555 f. 559.

559. 575. 752. 781. 836. 871. VII, 294. VIII, 314.
Wiſtar VIII, 146 f.
v. Wolff II, 224. 303. 394. 413 f. 416. 418. 448. 451. 462 f. 471. 479 f. 484. 498. 503. 522. 524. 534 f. 545. III, 156. 173 f. 213. 215. 221. 232 f. 239 f. 270 f. 275. 282. 295. 316. 334. 347. 349 f. 353. 357. 365 f. 370. 449. 465. 472 f. 497. 538. IV, 154. 169. 193. 299. 751. 817. V, 49. 246. 251. 277. 297. 906. VII, 445.
Wolff VIII, 605 f. 864.
Wolke VIII, 838.
Wollaſton VI, 714. VIII, 814.
Woltmann VI, 557. VII, 158 f.
a Wooden=Rogers III, 527.
Woodhouſe VII, 986 f.
Woodward II, 435. 589. 606. IV, 193. VI, 831.
v. Worceſter III, 244.
Wrede VI, 486 f. VIII, 65 f. 178.
Wren I, 361. 369. 382. II, 379. III, 259.
Wright IV, 329.
Wünſch VI, 624. 632. 851. VII, 50 f.
Wurm VI, 713.
Wurzelbau II, 535.
Wurzer VII, 947. VIII, 43. 45. 226. 228.

Y.

Yelin VII, 237.
Young VI, 563. 575 f. 648. VII, 145. 178 f.

Z.

v. Zach I, 119. II, 549. VI, 652. 663. 679. 712 f. 716. 719. 721. VIII, 889.
Zahn II, 153. III, 183. 271. IV, 552. V, 50.
Zanetti VII, 426.
Zanotti IV, 113. 757. 769. VI, 637.
Zarlino I, 94.
Zedler V, 800.
Zegollſtröm V, 936.
Zeidler VII, 497.
Zeiher IV, 513 f. 755. 766. V, 45.
Zimmermann VI, 847. VIII, 95 f.
Zinn IV, 641. 666.
Zöllner VIII, 57.
Zucchi I, 494. II, 94.
Zylius VIII, 159. 212. 224. 228.

Von der Geſchichte der Künſte und Wiſſenſchaften ꝛc., wovon die vorliegende Geſchichte der Phyſik einen Theil ausmacht, ſind bisher folgende Abtheilungen erſchienen:

Erſte Abtheilung. Einleitung. Allgemeine Geſchichte der Cultur und Litteratur des neueren Europa von J. G. Eichhorn. Erſter u. Zweyten Bandes Erſte Abth. 1796. 99. 3 Rthlr. 14 Ggr.

Zweyte Abtheilung. Geſchichte der zeichnenden Künſte. I. Geſchichte der Mahlerey von J. D. Fiorillo. Erſter bis Fünfter Band. 1798 — 1808. = 13 Rthlr. 12 Ggr.

Dritte Abtheilung. Geſchichte der ſchönen Wiſſenſchaften von F. Bouterweck. Erſter bis Sechſter Band. 1801 — 07. 10 Rthlr. 8 Ggr.

Vierte Abtheilung. Philologie. I. Geſchichte des Studiums der griechiſchen und römiſchen Litteratur von A. H. L. Heeren. Erſter und Zweyter Theil. 1797. 1801. 2 Rthlr. 4 Ggr.

Sechſte Abtheilung. Geſchichte der Philoſophie von J. G. Buhle. Sechs Bände. 1800 — 05. 17 Rthlr. 12 Ggr.

Siebente Abtheilung. Geſchichte der Mathematik. I. Geſchichte der Mathematik von A. G. Käſtner. Erſter bis Vierter Band. 1796 — 1800. = 7 Rthlr. 8 Ggr.

—— —— II. Geſchichte der Kriegskunſt von J. G. Hoyer. Zwey Bände. 1797 — 1800. = = 6 Rthlr.

Achte Abtheilung. Geſchichte der Naturwiſſenſchaften. I. Geſchichte der Naturlehre von J. C. Fiſcher. Acht Bände. 1801 — 08. = = = 24 Rthlr. 4 Ggr.

—— —— II. Geſchichte der Chemie von J. F. Gmelin. Drey Bände. 1797 — 99. = 8 Rthlr. 12 Ggr.

—— —— IV. Geſchichte der Technologie von J. H. M. Poppe. Erſter Band. 1807. = = 1 Rthlr. 20 Ggr.

Eilfte Abtheilung. Theologie. II. Geſchichte der chriſtlichen Moral von C. F. Stäudlin. 1808. 3 Rthlr.

—— —— III. Geſchichte der praktiſchen Theologie von C. F. Ammon. Erſter Theil. 1804. 1 Rthlr. 10 Ggr.

—— —— IV. Geſchichte der Exegeſe von G. W. Meyer. Erſter bis Vierter Band. 1802 — 05. 6 Rthlr. 20 Ggr.

Wer ſich unmittelbar an mich wendet, erhält dieſe ganze Sammlung, die ununterbrochen fortgeſetzt wird, noch für den Pränumerations-Preis von 58 Rthlr. 16 Ggr. in Golde, den Friedrichsd'or zu 5 Rthlr. gerechnet. Von einzelnen Abtheilungen findet aber kein Pränumerations-Preis ſtatt.

Göttingen am 1. October 1808.

Johann Friedrich Röwer.

d
c
7.
q
m
c
β
12.
γ
α
a
q
x
x
p
x
x
n

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Fischer, Johann Carl,

Geschichte der Physik seit der Wiederherstellung der Künste und Wissenschaften bis auf die neuesten Zeiten

Bd.: 8

Göttingen (1808)

H.lit.u. 109-44
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10447558-7
VD18 12058645-001